農業委員會農業試驗所特刊第115號

優質安全農產品生產策略研討會專刊

行政院農業委員會農業試驗所
中　華　永　續　農　業　協　會
編印

優質安全農產品生產策略
研討會專刊

主　　編　　戴振耀　林俊義
　　　　　　蔡武雄　廖慶樑
執行編輯　　簡宣裕　張明暉

行政院農業委員會農糧署　　補　助

行政院農業委員會農業試驗所
中華永續農業協會　　主　辦

行政院農業委員會農業試驗所
中華永續農業協會　　編　印

中華民國九十三年十二月

目　　錄

戴振耀理事長序 ---------------------------------- I

林俊義所長序------------------------------------- II

臺灣主要作物抗病抗蟲品種介紹（林俊義所長）----- 1

國內有機農產品之生產策略（李蒼郎組長）---------25

優質農產品與優良農業操作者驗證（李國欽所長）-----35

植物營養與農產品品質(王鐘和副教授）------------47

植物病原線蟲之生物防治（蔡東纂教授）----------- 59

忌避作物之應用（王錦堂主任）------------------- 77

抗病原菌及病毒之天然植物簡介與植物保護製劑之研發

（胡敏夫副研究員）-------------------------------- 99

植物萃取液防治作物病害的研究現況（謝廷芳博士）----- 117

植物抽取液防治蟲害研究現況（余志儒助理研究員）------129

序

以往臺灣農業的生產為了追求高收獲量，採取集約耕作方式，在單位面積內投入大量的化學農藥與肥料，雖然達到高產的目標，但這種生產方法會因過量施用農藥與肥料，而導致地質劣化與地力衰退，造成環境污染，農產品殘留農藥，對國人身心健康的安全造成威脅。

隨著生活水準的提高，消費者對飲食的要求，已經從注重量的滿足轉向質的提升。優質農產品除了要有美好的外觀、口感及營養成分外，農產品的安全也是非常重要的訴求，故優質安全農產品之認証，已成為未來的趨勢。而優質農產品必需產自安全之生產環境及優良農業操作。優良農業操作除了需要考慮品種的選擇外，適地、適時以及適種也是重要因子。農產品的安全必需考慮健康栽培環境的選擇以及合法的使用農藥，以符合食品衛生管理法所訂定之標準。進行培育農民成優良農業操作者，量產安全之農產品，並利用企業化產銷及管理手段打開通路，可能是當前農業從業人員努力的目標。

中華永續農業協會為了積極推行農業永續經營的理念，舉辦了此次「優質安全農產品生產策略」研討會，邀請主導農業政策之政府官員、學有專精大學教授與研究人員，及具有實務生產經驗之專家講授優質農產品與優良農業操作者驗證、養分施用及管理，以及生物防治等策略方法以生產安全農產品，並邀請實際從事農業生產人員與農民參與。不但可以讓農民增加農業生產技術，提昇我國農產品之國際競爭力，且研討會內容，亦可作為政府推動永續農業的參考。時值本次研討會各位專家學者之講稿編印成專刊，特為之序。

中華永續農業協會理事長
行政院農業委員會副主任委員

戴振耀 謹識

中華民國九十三年十二月

序

早期農業為了增加糧食供應，採取各種增產措施，如加速品種改良、改進生產技術並施用大量化學農藥、肥料及殺草劑，雖然達到增產的目標，使得各種糧食及蔬果等民生必需品得以充分供應，然而此種生產方式往往因為過度施用化學農藥與肥料，造成土壤酸化、鹽分與農藥累積於土壤、水質優養化及農產品農藥殘留等問題，而影響到國人的健康與安全。又我國是個天然資源缺乏的地區，各產業間為了發展而相互競用資源，臺灣農業面對主客觀環境的改變，例如國際間貿易自由化，國外農產品進口量逐漸增加，加上農業人口老化，勞動成本比鄰近國家高，且消費者對農產品品質的要求提高，農業經營者的壓力也愈來愈大。

為了挽救這些潛在的危機，讓臺灣有限的水土資源得以永續利用，臺灣永續農業的生產方式應積極規劃為農業生產與生態環境相互調和，並認真思考如何獲得安全、優質的農產品。運用已有的科學技術，如減少或甚至不用化學農藥與肥料、改採用有機質肥料及配合生物肥料供應作物生長時養分的需求、利用生物農藥防治病蟲害，生產安全又優質的農產品，以符合綠色生產與消費的理念

中華永續農業協會為了使臺灣農業的永續經營能兼顧產業競爭力、糧食安全與生態保育，讓農業更切合現代生活的需要，因此與農業試驗所合辦「優質安全農產品生產策略研討會」，特邀學者教授及農委會專家做有關優質農產品與農業操作者認證、生物防治方法以及養分施用與管理等策略專題演講，介紹給農民及實際從事農業生產人員，以增加國內農業產品之競爭優勢。研討會各專家學者之精闢論點內容編輯成專刊，可提供政府及各界參考，對我國農業永續發展極有助益，時值付梓，特為之序。

中華永續農業協會秘書長
行政院農業委員會農業試驗所所長　　林俊義　　謹識

中華民國九十三年十二月

臺灣主要作物抗病抗蟲品種介紹

林俊義、謝廷芳、方尚仁

行政院農業委員會農業試驗所

摘要

根據民國八十八年由前台灣省政府農林廳編印的「臺灣農業動植物新品種名錄」記載，自民國七十年至八十八年間，各試驗改良場所成功培育出的植物新品種共計 164 個，其中對病蟲害具抗性的品種總計 73 個，包括水稻 29 個、雜糧 12 個、特作 1 個、果樹 3 個、蔬菜 19 個及飼料作物 9 個。而八十八年以後所推出的育成品種之中，據調查有 22 個品種對病蟲害具抗病性。水稻方面，目前抗病育種的對象以稻熱病、白葉枯病、縞葉枯病及褐飛蝨等爲主，自民國七十年以來，多數育成的水稻均針對抗稻熱病能力而篩選，因此育成的稻品種多數抗稻熱病，少數抗其他三種病蟲害。雜糧方面，抗病育種的對象以抗露菌病、白粉病及銹病爲主，其他病害爲輔。果樹方面，木瓜的抗病育種對象以抗木瓜輪點病毒及疫病爲主，香蕉以抗黃葉病爲主，而芒果則以抗炭疽病爲主。蔬菜方面，茄科作物抗病育種主要針對番茄簇紋病毒、青枯病及萎凋病，豆科作物則針對抗露菌病、白粉病進行育種，葫蘆科作物的抗病育種對象則以病毒、露菌及白粉病爲主。在目前推廣的育成品種之中，已有 95 個抗病品種可茲運用於病害防治體系之中，對於降低農藥之使用甚有助益。未來更應朝向培育質優、病蟲害高抗性的優良品種方向努力，期能使栽培的農民及消費大眾更多選擇的機會。

前言

臺灣地處熱帶與亞熱帶，氣候高溫多濕，適合多種病害的發生與傳播；冬季又乏低溫來降低病原菌之密度，因而病害十分猖獗，嚴重影響農產品的產量與品質。自從農藥問世後，基於經濟與速效之考量，農民多以化學方法來防治病害，而忽略其他防治手段與管理策略。然而，農藥的使用對生態環境造成很多負面影響，如(1)有礙農民與消費者的健康：農藥中毒事件時有所聞；而且農產品上易留有農藥殘毒，清洗不易，易引起慢性中毒。(2)藥害：使用不當時造成植物傷害。(3)抗藥性：經常使用農藥，病原微生物易產生抗藥性，導致農藥藥效不彰。(4)危害非目標生物：降低土壤中有益微生物或微小動物之族群，甚至除滅主要病原菌後，使次要病原菌族群增加，而成爲主要病原爲害作物。(5)環境污染：許多農藥在自然界中代謝分解十分緩慢，造成水源與土壤污染，嚴重破壞生態體系。尤其環保意識抬頭後，農藥更是受人詬病。近年來，政府極力提倡『永續農業』，在病蟲害管裡方面多獎勵研發安全且有效的非農藥防治方法，爲的就是逐漸降低對化學農藥之依賴，以保障蒼生的健康、生態的平衡、及農業的永續經營。依據各種病蟲原菌生態習性，提出可行的非農藥防治策略。目前研發成功並經常使用的非農藥防治策略，在病害方面包括健康種苗、抗病品種、土壤添加物、栽培管理措施、誘導性抗病、交互保護、拮抗微生物、非農藥殺菌物質與營養液、抗蒸散劑、物理防治法等；在蟲害方面包括天敵、性費洛蒙、輪作及抗蟲品種等。在上述各種方法之中，以栽植抗病抗蟲品種被認爲是最經濟有效的病蟲害防治方法。

抗病育種現況

直接種植抗病品種以達到作物病蟲害防治的目的，可說是最經濟、有效的防治策略。抗病育種可以利用(1)組織培養苗抗病性變異株篩選，如 1983 年開始大量篩選香蕉組織培養苗變異蕉株對於香蕉黃葉病之抗病性；(2)利用選種法或雜交育種法，選出或育成抗病品種；(3)

基因轉殖植物(transgenic plant)：育種學家選殖一適當基因，利用載體將所選殖的基因送入植物體內，獲得一基因轉殖植株。惟抗病品種的育成，往往需耗費相當的人力與時間，因此本省抗病品種的應用，除大宗作物（如水稻）有較多品種可供選擇利用外，其他作物則因人力及物力投入較少，目前僅有少數抗病或耐病品種可供推廣。

根據民國八十八年由前台灣省政府農林廳編印的「臺灣農業動植物新品種名錄」記載，自民國七十年以來，各試驗改良場所成功培育出的植物新品種共計 165 個，其中對病蟲害具抗性的品種總計 73 個，包括水稻 29 個、雜糧 12 個、特作 1 個、果樹 3 個、蔬菜 19 個、花卉 1 個及飼料作物 9 個(表一)。而八十八年以後所推出的育成品種之中，據調查有 22 個品種對病蟲害具抗病性。茲就目前已推廣應用之品種簡介於後，以資農友或需要者選用與參考。

水稻方面

為因應稻作抗病育種之需，自民國 45 年起在當時農復會資助下，於台北、台中、高雄、台東各場及嘉義分所等設置統一病圃，但 54-62 年間因故停辦此項工作。民國 63 年在各試驗改良場所要求下，恢復設置，在 71 年以後只設嘉義及關山等兩處。目前檢定項目包括抗稻熱病、耐紋枯病、抗白葉枯病、抗縞葉枯病、褐飛蝨、白背飛蝨及斑飛蝨等，並將結果列為新品種命名推廣的重要參考資料。

抗病蟲特性檢定的程序：

(一) 稻熱病統一病圃檢定：

分水田式與旱田式病圃檢定。水田式病圃的葉稻熱病在秧苗期、發病初期、中期及末期各調查 1 次，調查方法與標準仍依據國際稻熱病圃(IRBN)調查方法，以肉眼依照調查標準分 0~9 級記載，每品種(系)調查 10 株，求其平均罹病級數。旱田式病圃的葉稻熱病在播種後 30 及 40 天各調查一次，調查方法同水田式病圃；穗稻熱病則於抽穗後 30 天調查一次，調查方法與標準依照國際稻熱病圃調查方法，以肉眼調查各品種(系)之罹病穗率，每

品種(系)調查 10 株，求其平均罹病率，再依其罹病率分爲 6 級記載。

（二）紋枯病抵抗性檢定：

田間採用順序排列， 2 重複，每株 5 支苗，行株距 25x20 公分，每品種(系)種植 1 行，接種區每行 13 株，但第 1、7、13 株種植感病品種稗稈稻以誘致發病，不接種區(即自然發病區)每行 12 株，不栽植稗稈稻。接種區 1 期作於插秧後 50 至 60 天，2 期作於 30 至 40 天行人工接種。水稻齊穗後 15 至 25 天調查被害度，每小區調查 10 株。調查方法，依國際稻米研究所的標準行之，其標準如下：0 級，極抗(HR)＝全株無病斑；1 級，抗(R)＝病斑限於稻基部四分之一以下之葉鞘；3 級，中抗(MR)＝病斑在稻基部二分之一以下之葉鞘；5 級，中感(MS)＝病斑高於基部二分之一之葉鞘，且由劍葉算起之第三及第四葉片略受感染；7 級，感(S)＝病斑高於基部葉鞘的四分之三，且下部葉片嚴重受害，上部葉片略受感染；9 級，極感(HS)＝所有葉片均嚴重受害。

（三）白葉枯病抵抗性檢定：

田間採順序排列，每品種(系)種植 2 行，每行 20 株，每株 3~4 支苗，菌種由中央研究院提供之菌株 604，於抽穗前將菌種以剪葉法接於稻葉上，每品種(系)接種 10 株，待對照感病品種臺中在來 1 號呈極感時再行調查，調查時依照國際稻米研究所的調查標準記載之，其標準如下：0(HR)：無病斑者；1(R)：病斑在接種之周圍約 1~2mm 者；2(R)：病斑大約像橢圓形，但不超過 2~3cm 者；3(MR)：病斑通常不超過四分之一葉片長者；4(MS)：病斑擴展並結寺在一起，且葉上部分枯死，而擴展至下半葉的四分之一者；5(MS)：病斑結寺在一起，葉的上部分已枯死，且擴展至下半葉的二分之一者；6(S)：病斑擴展至大約四分之三的下葉者；7(HS)：病斑擴展至葉基而完全破壞此葉者；8(HS)：病斑擴展破壞整個葉片，且擴展至二分之一葉鞘者；9(HS)：病斑擴展破壞整個葉片與葉鞘者。

(四) 褐飛蝨、白背飛蝨及斑飛蝨抵抗性檢定法：

將供試品種之種子播種於秧苗培育箱(保麗龍製 75x40x5cm，內含 70 個 6cm 見方方格)，每品種 1 方格，重複兩次各含種子 10 粒左右，每箱各播種感蟲品種，台中在來 1 號及抗蟲品種 Mudgo(R)及 H105(MR)以資對照。播種後將培育箱移置於檢定盤(不鏽鋼製，220 x 150 x 15cm，內保持水 2~3cm，檢定盤放於高 1m 之架上)待其萌芽發育，7~10 天後(秧苗 2~3 葉期)，將室內大量飼育繁殖之 2~3 齡飛蝨若蟲均勻地釋放於秧苗，接蟲密度約以每枝秧苗 5 隻(斑飛蝨爲每枝苗 8~10 隻)爲限。接蟲後，檢定盤即以 30 目尼龍紗網根覆罩，以防飛蝨之逃逸或其他雜蟲侵入危害。經 7~ 10 天當感蟲對照品種被害枯萎時，開始按各供試品種秧苗被害等級記錄一次，隔天後再行記錄一次，連續兩次，以最後一次兩重複中之被害等級較重者爲該品種之抗蟲等級。被害等級按被害徵狀區分爲 0 級＝無被害徵狀；1 級＝基葉微黃化；3 級＝基葉及第二葉局部黃化；5 級＝明顯黃化及矮化有 1/2 以下秧苗枯萎；7 級＝1/2 以上秧苗枯萎，其餘顯著矮化；9 級＝全部秧苗被害枯萎。0~3 級：抗®，4~6 級：中抗(MR)，7~9 級：感(S)。

自民國七十年以來，多數育成的水稻均針對抗稻熱病能力而篩選，因此育成的稻品種多數抗稻熱病，少數抗其他種病蟲害(表二)。本省抗稻熱病的育種肇起於 1926 年日本型水稻嚴重發生。惟隨著新品種產生，相對病原菌生理小種亦隨之而改變。就八十八年本所嘉義分所稻熱病統一病圃檢定發現，一般秈稻對稻熱病之抵抗性遠較粳稻爲強，尤其在第一期作。目前本省主要栽培水稻品種中除「台農 70 號」、「台梗七號」、「台梗 11 號」、「台梗 12 號」、「台梗 13 號」、「台梗 15 號」、「台梗 17 號」、「台梗糯一號」、「台中秈 10 號」及「台中秈糯一號」等品種尙具有中等抗性外，其他品種對稻熱病大多已失去抵抗性，若遇氣候不順之年期，應注意適時防治，以免遭受嚴重損失。

至於抗白葉枯病菌方面，70 年後所育出的稻品種「台秈二號」、「台秈糯二號」、「台梗 10 號」、「台農 70 號」及「台農秈糯二號」等具有

抵抗性。對於縞葉枯病而言，「台秈二號」、「台粳三號」、「台粳九號」及「台農 70 號」等具抗性。對於褐飛蝨方面，「台中秈 17 號」、「台粳二號」、「台粳 16 號」、「台農 69 號」、「台農 70 號」、「台農 72 號」、「台東 30 號」及「台農秈糯二號」等具有抵抗性。由於田間病原菌生理小種的發生與寄主間之關係經常是互動而共同演化之結果，特別是水稻育種，大多以直式抗病爲主要選育目標，因而常在面積擴大種植後，導致新生理小種的產生而造成另一波的流行病。因此爲保抗病品種的持久抗病性，除繼續作抗病品種的育成工作外，較佳之策略應是擬定具不同抗病基因之品種行輪流栽植及品系或混合品種之利用。

雜糧方面

大豆抗病育種的方向爲育出抗露菌病、銹病及細菌性斑點病爲主（表三）。在新育成的九個大豆品種中，大豆「台南二號」爲台南區農業改良場新育成具高產、抗病、適合機械收穫之優良新品種，對露菌病的抵抗力佳，對銹病及細菌性斑點病也有中抗級抗性。黑豆「台南五號」對露菌病屬中抗級，而覆蓋兼綠肥用大豆「台南六號」在無接種病原菌無施農藥防治下，對露菌病及銹病之罹病率及植株葉部的蟲孔面積之被害比率低於虎尾青皮豆。另外，「高雄選九號」大豆對露菌病亦有抗級表現。

小麥「台中選二號」，兼具半矮性、強稈、耐肥、抗銹病、白粉病、黃化萎縮病及高產等優良特性，年栽培面積曾高達 1,252 公頃。小麥台中 34 號，具有大粒、高容重量、抗銹病、白粉病、穗枯病及豐產等優良特性（表四）。

在新育成的十二個玉米品種中，三個屬於食用玉米，如台南 18 號超甜玉米、台農四號及台南 22 號食用白玉米，另外九個屬於飼料玉米。在食用玉米中，「台南 18 號」玉米可抗露菌病、銹病、莖腐病及葉斑病，「台南 22 號」玉米可中抗露菌病、銹病、莖腐病及病毒病，而食用白玉米「台農四號」對亞洲玉米螟之抗性，在輪生期及開花期均較對照種「台南 22 號」強；對南方型銹病、普通型銹病、葉斑病及

煤紋病均爲中抗，對病毒病爲高感，對莖腐病爲抗性（表五）。在飼料玉米中，抗露菌病的品種有「台南 16 號」、「台南 19 號」、「台南 20 號」、「台南 21 號」、「台農二號」及「台農三號」；抗銹病的品種有「台南 19 號」、「台南 20 號」、「台農 351 號」、「台農一號」、「台農二號」等；抗莖腐病的品種有「台南 17 號」、「台南 19 號」及「台南 20 號」等；抗葉斑病的品種只有「台農 351 號」；抗煤紋病的品種有「台農 351 號」及「台農一號」；抗病毒病害而言，除「台南 19 號」、「台農一號」及「台農二號」外，其餘均對病毒病害具抗性；對主要害蟲玉米螟而言，「台南 17 號」、「台南 19 號」、「台南 20 號」及「台農四號」具有抵抗性（表五）。

雜交高粱「台中五號」，具有鈍感，半矮性、強稈、抗病、抗蟲、良質及豐產等特性，於民國 77 年栽培面積曾高達 27,000 公頃，爲本省高粱主要栽培品種。而新育成的高粱「台南六號」爲單雜交品種，對紋枯病之抗性屬中感，而對黍蚜之抗性則爲中抗，對葉斑病之抗性爲強抗或中抗，但對銹病之抗性則爲中感。

落花生「台農六號」爲大莢、大粒及產量佳等特性之品種，田間罹銹病等級比「台南 11 號」輕微；葉斑病的發生也較台南 11 號輕微。落花生「花蓮一號」在田間自然罹病情形下，銹病及葉斑病羅病率均較「台南選九號」低，且耐葉部黃化發生等特性，適合宜蘭、花蓮、台東、屏東、彰化、雲林及苗栗等地區栽培（表六）。

薏苡「台中一號」是利用混合選種法育成的品種，於民國八十四年元月獲准命名推廣，具有適應性廣、強桿、耐倒伏及對葉枯病具中等抗性等特性。

特作方面

山葵（*Wasabia japonica* Matsum）「台農一號」於民國 72 年從阿里山產區 50 萬株族群中選出後，歷經品種觀察試驗、品種比較試驗、區域試驗、綜合栽培技術改良試驗、抗病程度調查與品質分析等，確定其各項農藝特性及品質均比本地種優異，經審查通過而命名。全株鮮綠多汁，株形高大分蘗多，生長速度快且葉柄稍具甜味，又具較抗

白銹病、黑心病及耐高溫等特性，適應性廣且高產，為一良好之加工及鮮食兼用品種，區域試驗每公頃平均葉柄產量達 57,000 公斤；根莖產量達 21,000 公斤，適合於海拔 1,200～2,300m 之山地栽培。

果樹方面

台灣香蕉(北蕉、仙人蕉)黃葉病早於民國 56 年在屏東縣林邊地區被發現，病原菌經鑑定為 *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race 4，為一新生理小種，其寄主範圍可感染所有的華蕉品種(Cavendish)。為有效解決香蕉黃葉病的問題，財團法人香蕉研究所利用香蕉組織培養變異(somaclonal variation)之特性，從感病品種「北蕉」之組培苗中已選育 12 個抗病品系，其中一個具有中度抗病性之品系「GCTCV-215-1」於 81 年命名「台蕉一號」，推廣 1,000 公頃，田間調查結果顯示種植「台蕉一號」之病園發病率由以往之 30 %以上降至 6 %左右。唯本品種仍有若干園藝性狀的缺點，並不適宜在中部地區種植，在土壤和栽培管理欠佳的蕉園抗病性亦顯著降低。頃近又選得優於「台蕉一號」之抗病品系「GCTCV-218」，經評估其平均發病率 5%以下，生育期約一年，雖較目前普遍栽植之北蕉約遲一個月採收，但產量高出北蕉約 20%，對維持台蕉生產效果顯著。

木瓜輪點病毒為世界上亞熱帶及熱帶木瓜栽培之主要限制因子，民國 64 年在國內發現本病後，隨木瓜苗迅速蔓延到台灣全島各地，每年造成之農業損失超過四億元，台灣之傳統木瓜生產曾因此而幾乎完全停止。幸賴國內農業試驗研究單位研發成功並推廣新的網室栽培技術，有效避免媒介昆蟲—蚜蟲的傳病，並且配合健康種苗之應用，才恢復部份生產；但網室栽培品種幾全為「台農二號」，為台灣目前最主要之經濟栽培品種，不但單一品種產期集中，且該品種在網室內因日照、通風、溫差等造成徒長、兩性株畸型果率高；五、六月間產生橡皮肉等，影響農民收益。台灣省農業試驗所鳳山園藝試驗分所針對上項缺失，以雜交育種方法育成並命名為「台農五號」木瓜，具早生、矮生、耐木瓜輪點病毒外，尚可抗紅蜘蛛的為害等特性(表七)。近年來由於植物組織培養技術提昇，植物基因轉殖技術的突破，加上病原

誘導抗病性的理論的提出，將病毒基因體的一部份轉移至寄主植物染色體內，以達到抗病毒感染的目的。中興大學葉錫東教授，首先分離本島典型嵌紋型病毒，經由鞘蛋白基因選殖、解序後，將其送入 Ti 質體，再轉型入農桿菌(Agrobacterium tumifaciens)中，歷經多年的努力，克服了木瓜轉型、組培再生等種種困難，成功地產生了高度抗病的轉基因木瓜品系。這些轉基因品系已獲得農委會的許可，於 85 年起即在霧峰農試所轉基因作物專用之隔離試驗田完成四次田間試驗，結果顯示抗病效果極佳，此為國內首宗轉基因作物的田間試驗許可。

芒果「台農二號」果實品質優良，對炭疽病之抵抗性強，其罹病度僅為愛文的 37%左右，惟樹勢高聳，枝脆不耐強風，枝條及花穗較長，結果後枝梢易下垂，易遇風搖晃而造成落果，故農民種植意願不高（表八）。

蔬菜方面

茄科

民國七十年以後育成推廣的番茄品種共 12 個，抗病育種的對象為番茄嵌紋病毒、細菌性青枯病及真菌性萎凋病。極抗病毒病害的番茄品種計「亞蔬四號」、「亞蔬五號」、「種苗七號」、「種苗八號」等，具抗性者計有「台南三號」、「台南亞蔬六號」、「亞蔬九號」、十號、十一號及十三號等；極抗青枯病之番茄品種有「種苗七號」與「種苗八號」，中抗青枯病者有亞蔬四號、五號、九號、十號等品種；極抗萎凋病者有種苗八號，具抗性者有亞蔬十號至十三號等四品種（表九）。

以往茄子主要栽培品種屏東長茄耐熱性差，高溫期間果實著色不良及不抗病蟲，生育期間因青枯病發生嚴重而廢耕者，為解決該缺點，高雄區農業改良場進行茄子抗病育種的工作，並於 87 年選育出茄子「高雄一號」，該品種具有耐熱性強之優良性狀，顯著改善屏東長茄品種耐熱性差之缺點。另外，「高雄一號」對青枯病及果疫病之抗病性較屏東長茄為強，其罹病等級為中感至抗。而「高雄二號」以果型長直、果色亮麗、外觀形狀宜人、耐熱性強、亦對青枯病具有抵抗性、豐產

及品質佳等特性，增加農民栽培的選擇性。

馬鈴薯「台農一號」品種之薯球圓扁、黃皮、黃肉，抗馬鈴薯Y病毒，產量穩定，適於鮮食，不適加工。

葫蘆科

在瓜類抗病毒病害育種方面，在農試所園藝系則有胡瓜「台農一號」抗胡瓜嵌紋病毒和木瓜輪點病毒-西瓜系統以及耐矮南瓜黃化嵌紋病毒、露菌病、白粉病（表十）。洋香瓜「台南九號」爲台南區農業改良場新育成具網紋之綠肉系一代雜交種。具有早熟、糖度高、品質優美、果型端正、網紋細密、著果穩定及抗白粉病，抗病等級爲抗－中抗級等特點。冬瓜「花蓮一號」(吉豐)爲小型冬瓜新品種，葉片深綠色，形狀爲掌狀深裂，幼果爲淡綠色、成熟果表面有白色臘粉，果型小，果重3到6公斤，果長35到50公分。植株生長勢強，容易栽培，抗多種瓜類病毒，如矮南瓜嵌紋病毒、胡瓜嵌紋病毒、木瓜輪點病毒－西瓜系統、及甜瓜脈綠嵌紋病毒等，是目前抗病性最好的冬瓜（表十一）。

在西瓜栽培管理上，蔓割病爲最常爲害的病害之一，目前預防方法採用扁蒲、南瓜砧木嫁接，但會影響西瓜品質與風味，同時增加成本及晚熟等缺點，故育成抗蔓割病品種爲育種重要目標之一。西瓜「台農六號」(紅蜜)具有中早熟生育快速的特性，外觀上高球形線條分明美觀，果肉深紅甜度高，對蔓割病具高抗特性，在產量上比對照品種高15% ，對蚜蟲有忌避之現象，因此可以減少農民施用藥劑之次數，減低農民生產成本。

農業試驗所爲改進圓筒絲瓜的品質和抗病性，自民國71起利用圓筒絲瓜和稜角絲瓜進行種間雜交，再以回交育種方法將稜角絲瓜之品質和抗病毒病性轉移至圓筒絲瓜中，育成高品質和抗病毒病之圓筒絲瓜新品系「農試90002號」後，再以該自交系和圓筒絲瓜優良自交系（農試屏東絲瓜）雜交，育成高品質、節成性強的絲瓜「台農一號」，對矮南瓜黃化嵌紋病毒、木瓜輪點病毒－西瓜系統、甜瓜綠斑嵌紋病毒等均具有抗性（表十二），並兼具產量穩定和雌花形成對日照較不敏

感的特性、適合本省中、南部地區栽培之一代雜交品種，提供農民種植。另外，農友種苗的銀光絲瓜屬於圓筒絲瓜，雜交一代品種，抗病毒病、炭疽病及露菌病。果皮淡綠色，果肉煮後翠綠色，不變黑；果實硬，耐貯運。

其他瓜類作物如扁蒲農友「永豐」抗白粉病、露菌病及蔓割病；越瓜農友「銀風」抗炭疽病及白粉病，農友「銀山」則抗炭疽病、白粉病、露菌病及病毒病；甜瓜農友種苗「金后」及「嘉輝」抗蔓割病，而「澄芳」則抗白粉病及蔓割病。

豆科

毛豆為台灣中南部及南部重要經濟作物，主要以冷凍加工外銷日本，是目前台灣農產品出口外銷大宗作物之一，目前每年契約生產面積約有 6000 至 8000 公頃。毛豆高雄選一號於 76 年 4 月 23 日命名後推廣，以其對露菌病較具抗性，栽培面種佔 15-20%以上。毛豆「台南選一號」係台南區農業改良場與亞洲蔬菜研究發展中心於民國 85 年採用純系育種法，於茶豆地方種單株選拔選出ＴＳ８５-２１Ｖ品系，種皮褐色，具有芋香風味，經株行試驗、品系試驗、區域試驗及一系列栽培法試驗後命名。本品種耐病性較佳，如白粉病、露菌病均較主要栽培品種毛豆「高雄五號」罹病度低（表十三）。

由台中區農業改良場育出的「台中一號」菜豆品種係採用本地廣泛栽培品種黑仁衣笠為輪迴親，與極抗銹病之波多黎各矮性菜豆「15R-55-BK」為貢獻親，進行四次回交而育成之抗銹病親品種。「台中一號」對銹病抵抗性在平地栽培呈極抗反應，靠山地區春秋作之抗銹病性分別為極抗及抗級，此外並具適應性穩定、豐產、食味佳等優良特性，適合本省中南部春秋作生產栽培。

「台中 12 號」豌豆品種對莖及莢白粉病均具極抗性，對葉白粉病則罹病輕微。在白粉病為害之下，對植株之生育、產量及品質影響不顯著。本品種屬蔓性種，節間短，葉色濃綠，約自 17～18 節起開始開花結莢，花色紫紅，莢形與台中 11 號相似，但略大，嫩莢呈鮮綠色，冷凍加工品質優良。本品種適合於中部地區行秋冬季稻田裡作栽培，

如要在高溫季節或非水稻輪作田栽培，則需實施根腐病及萎凋病之防治措施。「台中 14 號」的優點很多，具有豆莢大、豆粒大、產量高及抗白粉病，除可穩定產量外，並可節省噴藥防治成本及避免藥害及殘毒情形發生，可增加農民收益。 另外葉用豌豆新品種「台中十五號」具有豆苗產量高，外形肥大，植株抗白粉病等優良特性，對於提高本省葉用豌豆單位面積產量及增加農民收益將有很大助益（表十四）。

「台南五號」粉綠綠豆係由台南區農業改良場及亞洲蔬菜研究發展中心共同合作選育而成之高產量、高品質、抗白粉病之綠豆品種（表十五）。本品種之雜交母本爲亞蔬中心粉綠品系 VC2750A，爲大粒種，成熟一致性及抗白粉病性優良；父本則爲亞蔬中心油綠品系 VC2768A，亦爲大粒種，早熟且適應性廣，產量高爲其特色。「台南五號」對白粉病抗病表現爲中抗至抗級；春作全生育日數約 80 天，夏作約 67 天，早熟且不易裂莢，成熟一致，第一次採收即可達總產量之 85% ；株高春、夏作均維持在 62 公分以內，不易徒長及倒伏，結莢位置高且集中，機收或手採均無困難。

葉菜類

在莧菜方面則有「台農一號」、「台農二號」和「台農三號」均抗白銹病。莧菜台農一號約只須 18 天即可採收，可縮短 14%生育期，且產量爲對照品種的三倍。具有抗白銹病之優良特性，在無農藥栽培下，白莧發病率達 100%時，臺農一號約只有 5%，值得選取爲有機栽培莧菜品種。莧菜臺農二號葉色黃白，莖色翠綠有光澤，株高約 30 公分，葉數平均 6 葉；耐白銹病；較白莧耐低溫。10℃下冷藏可貯存至第 7 天。夏季播種後 19 日可採收， 3 月及 11 月播種， 25 天可採收。產量每公頃約 21 公噸。

芋頭

芋頭多以水田方式栽培才能獲高産，然而水田栽培時軟腐病發生嚴重，影響產量。高雄改良場旗山分場花數年時間收集到 72 種芋頭品種，篩選培育出「高雄 1 號」檳榔心芋。該品種的品質良好，肉質鬆

脆，氣味芬香，產量高，抗細菌性軟腐病，大受種植者的歡迎。

草莓

草莓「桃園三號」品種植株生育旺盛，高大直立，葉片大，與「桃園一號」比較；其葉數較少，葉色稍淡，10 月下旬開始開花，11 月中旬開始採收，屬於早生品種，果實短圓錐型，碩大，香氣濃，鮮紅光亮，糖度與硬度屬中度等級，對果腐病、炭疽病、白粉病及二點葉較具耐性，早期產量與總產量高，爲一豐產品種，適於觀光草莓園推廣（表十六）。

花卉方面

唐菖蒲「台農一號」，屬中晚生品種、花色粉紅色系（花瓣外緣粉紅色、中央爲淺淡黃色）、小花排列緊密、觀賞期長、切花壽命約九至十一天。每公頃約可採收十八萬至二十萬支切花。抗首腐病、略抗灰黴病。

結論

作物病害及蟲害常年危害農作物，造成巨大損失，而防治病蟲害最有效的措施是栽培抗病及抗蟲品種。抗病育種必須由植物病理學家與育種學家共同合作，尤其在抗病檢定技術，必須仰賴前者的配合，才能得到精確的結果與判別。

爲選育抗蟲及抗病品種，傳統的方法是利用雜交來進行作物抗病及抗蟲性改良，但雜交技術係以整個染色體組導入，有時會同時導入不良性狀基因體之缺點。近年來由於生物技術之快速進展，吾輩得以直接取得植物的遺傳物質－核酸(DNA)著手，應用基因重組及轉殖技術，將來自不同植物之抗病蟲基因做一組合與利用，以克服傳統育種上之限制。此外利用分子標誌因子，更可減少田間選拔工作，縮短育種的年限。在傳統育種的配合之下，未來朝向利用生物技術改造作物的抗病抗蟲特性，是一條可以嘗試的道路。

參考文獻

1.王惠亮 張清安 周定芸 陳玉蓉 1983 蘿蔔毒素病之研究（I）病毒之鑑定及 抗病品種之篩選 植保會刊 22：427.

2.王瑞章、謝桑煙、葉茂生。2003。黑豆及毛豆花藥培養之研究。台南區農業改良場研究彙報 41：35~43.

3.古錦文. 1989. 抗銹病菜豆新品種台中一號之育成. 台中區農改場研究彙報 22:13-25

4.李祿豐、莊義雄、陳正昌、曾東海、林富雄. 1994. 水稻新品種臺10號之育成及其特性. 花蓮區農業改良場研究彙報 10: 1-20.

5.沈再發 王惠亮 1982 蘿蔔抗嵌紋病育種 1.F 之抗病性及特性選拔 科學發展月刊 10：972-980.

6.杜金池、曾清田、曾建銘、王清德. 1985. 雙雜交玉米臺南16號之育成. 臺南區農業改良場研究彙報 19:1-12.

7.再發. 1982. 秈稻新品種臺中秈 16 號之育成. 中華農學會報 118:26-37.

8.林俊義、陳盛義 1982 番茄耐熱抗青枯病育種(I)種苗 1 號之育成 臺灣農業 19:40-46

9.林俊義、劉邦基、王清玲、簡宣裕、石信德、陳邦華 2004 抗輪點病毒(PRSV)基因轉殖木瓜對生態環境影響之研究。中華農學會報(投稿中)

10.林學詩、全中和. 2000. 小型冬瓜「花蓮一號」(吉豐)的育成與推廣. 花蓮區農業改良場農技報導 49:1-3.

11.翁廷賜.賴森雄.1992. 粉綠綠豆新品種台南五號之育成。台南區農業改良場研究彙報 28：1~12.

12.曹幸之. 1993. 臺灣馬鈴薯抗病毒病害品系之篩選. 植會刊 2: 232-240.

13.郭俊開. 1999. 臺灣農業動植物新品種名錄. 臺灣省政府農林廳編印. 南投. 209頁.

14.郭俊毅. 1988. 抗白粉病豌豆台中 12 號之育成. 台中區農改場研究彙報 20: 49-60.
15.連大進、吳振碩、簡榮村. 1993. 大豆新品種台南 2 號. 台南區農業專訊 5：3~5.
16.許愛娜、宋勳. 1991. 認識良質米. 台中區農推專訊第 111 期.
17.黃真生、蔡新聲、陳治官、卜瑞雄、陳正昌、曾東海、鄭清煥、林永佶、吳淑芬. 1985. 花藥培養於水稻育種之應用. 中華農業研究 34: 391-401.
18.黃賢良. 1975. 露地洋香瓜育種試驗(一)露地洋香瓜抗病新品種台南七號之育成. 台南區農改場研究彙報 9: 45-54.
19.黃賢良. 1995. 洋香瓜抗蔓枯病自交系之育成 . 台南區農改場研究彙報 32: 23-32
20.曾東海、鄧耀宗. 1985. 水稻品種台農秈糯 2 號之育成. 中華農業研究 34:1-10.
21.曾清田、陳振耕・1999・青割玉米品種「台南 21 號」之育成。台南區農業改良場研究彙報 36：20～36.
22.曾清田、詹碧連. 2000. 食用白玉米新品種「台南 22 號」. 台南區農業專訊 33：1-3.
23.曾清田、楊靄華. 1992. 高粱新品種「台南六號」. 台南區農業專訊創刊號：4~5.
24.曾喜一、呂文通. 1990. 夏季番茄新品種－花蓮亞蔬五號. 花蓮區農業改良場農技報導 11:1-3.
25.莊商路、林國清. 1992. 水稻新品種「台梗八號」. 花蓮區農業專訊 1:11-13.
26.鄭明欽、劉瑋婷、林富雄. 1996. 水稻新品種台梗六號之育成及其特性. 花蓮區研究彙報 12:1～18.
27.鄭清煥. 1991. 臺灣作物抗蟲育種之研究與發展. 近年來臺灣昆蟲學之研究發展研討會專刊第 99-126 頁. 中華昆蟲學會編印. 苗栗.
28.歐世璜、簡錦忠、曾東海. 1983. 抗稻熱病育種的新抗源. 植保會刊 25:115-123.

29.戴廷恩、凌千里、林瑞松、謝廷芳、蘇秋竹、蕭吉雄. 2001. 唐菖蒲新品種台農一號之育成. 中華農業研究 50：37-53.

30.簡錦忠. 1991. 本省稻作病害研究之回顧與展望. 稻作病害研討會刊第 1-14 頁.

31.蕭吉雄、楊偉正、張有明、王三太、黃秋雄. 1993. 瓜類抗病毒選育. 植病會刊 2: 241-248.

32.Lin,C.Y., and Stevenson, W.R. 1979. The multiplication and interaction of virulent strain and avirulent mutant of Pseudomonas solanacearum in tomato plants. Plant Prot. Bull.(Taiwan) 21:351-357.

33.Lin, C. Y. 1980. The potential role of lectins in the resistance of tomato to Pseudomonas solanacearum. Plant Prot. Bull. 22:353-365.

表一、民國七十至八十八年間台灣育成新品種列表

作物種類	育成品種	品種數	含抗病蟲品種	品種數
水稻	梗稻 25、秈稻 3、糯稻 7	35	梗稻 23、秈稻 3、糯稻 3	29
雜糧	大豆 4、小米 1、小麥 2、玉米 1、甘藷 8、高粱 1、落花生 8、綠豆 2、蕎麥 1、胡麻 1、薏仁 1、紅豆 3、黑豆 1、向日葵 1、油菜 2	37	大豆 3、綠豆 2、小麥 2、玉米 1、高粱 1、落花生 2、薏仁 1	12
特作	茶 6、柴胡 1、山葵 1、山藥 2	10	山葵 1	1
果樹	木瓜 5、百香果 1、芒果 2、印度棗 1、鳳梨 4、楊桃 1、桃 1、梨 2	17	芒果 1、木瓜 2	3
蔬菜	芋 1、毛豆 4、洋菇 1、香	43	芋 1、毛豆 1、菜	19

	菇 3、菜豆 1、豌豆 3、番茄 7、馬鈴薯 1、茄子 1、小白菜 1、冬瓜 1、包心芥菜 1、結球白菜 1、蕹菜 1、金針 1、青蔥 2、洋蔥 1、胡瓜 1、洋香瓜 2、西瓜 2、草莓 4、蘆筍 3		豆 1、豌豆 2、番茄 6、馬鈴薯 1、草莓 2、洋香瓜 2、冬瓜 1、胡瓜 1、茄子 1	
花卉	金針花 5、薑花 5	10		0
飼料作物	飼料玉米 1、青刈玉米 8、蘇甘草 1、狼尾草 2	12	玉米 9	9
總品種數		164		73

根據 88 年「臺灣農業動植物新品種名錄」

表二、水稻品種抗病蟲性

品種	命名年	稻熱病	白葉枯病	縞葉枯病	褐飛蝨
台中 189 號	72	抗			
台中 190 號	75				
台中秈 17 號	73	抗	低抗		抗
台中秈糯 1 號	73				
台中糯 70 號	73				
台秈 1 號	77	抗			中抗 白背飛蝨
台秈 2 號	87	抗	抗	抗	
台秈糯 2 號	83	抗	抗		
台南 7 號	72	中抗	中抗		
台南 9 號	74	抗	中抗		
台稉 1 號	77				
台稉 2 號	78	抗			抗
台稉 3 號	79	抗		抗	

台梗 4 號	79	抗			
台梗 5 號	79	抗			
台梗 6 號	80		中抗		
台梗 7 號	81	中抗			中抗-中感
台梗 8 號	81	抗			
台梗 9 號	82			抗	
台梗 10 號	82	抗	抗		
台梗 11 號	83	抗			
台梗 12 號	84	抗			
台梗 13 號	84	中抗-抗			
台梗 14 號	85	抗			
台梗 15 號	85	抗			
台梗 16 號	85	抗			抗
台梗 17 號	87	抗			
台梗糯 1 號	79	抗?			抗?
台梗糯 3 號	84				
台梗糯 5 號	84				
台農 68 號	71	抗	中抗		抗
台農 69 號	77	抗			抗
台農 70 號	74	抗	抗	抗	抗
台農 71 號	89				
台農 72 號	76				抗
台農秈糯 2 號	73	抗	抗		抗
桃園一號	90	中抗-抗			
高雄 142 號	76	抗			
高雄 143 號	90	抗			
臺東 30 號	91	中抗-抗			中抗-抗

表三、大豆抗病品種

品種	命名年	露菌病	銹病	細菌性斑點病
台南選 1 號	75			
台南 2 號	82	抗	中抗	中抗
台南 3 號	87			
台南 4 號	88			
台南 5 號	89	中抗		
台南 6 號	90	抗	抗	
台南 7 號	91			
花蓮 2 號	77		耐	
高雄選 9 號	71	抗		

表四、小麥抗病品種

品種	命名年	銹病	白粉病	穗枯病	黃化萎縮病
台中選 2 號	72	抗	抗		抗-中抗
台中 34 號	81	抗	抗	抗	

表五、玉米抗病品種

品種	命名年	露菌病	銹病	莖腐病	葉斑病	毒素病	煤紋病	玉米螟
台南 16 號	73	抗						
台南 17 號	76			抗		抗		抗
台南 18 號	79	抗	抗	抗	抗			
台南 19 號	83	抗	抗	抗		抗 矮化嵌紋病毒		抗
台南 20 號	87	抗	抗	抗		抗		抗
台南 21 號	88	抗	中抗	中抗		中抗		中抗
台南 22 號	89	中抗	中抗	中抗		中抗		
台農 351 號	73		抗 普通型		抗	抗 甘蔗嵌紋病毒 D 系統	抗	

台農 1 號	76		抗 普通型				抗	
台農 2 號	83	抗	抗 普通型				中抗	
台農 3 號	86	抗	中抗 普通型	中抗		中抗 矮化嵌紋病毒	中抗	中抗
台農 4 號	91		中抗	抗	中抗		中抗	抗

表六、落花生抗病品種

品種	命名年	銹病	葉斑病
台南 11 號	75		
台南 12 號	82		
台南 13 號	87		
台南 14 號	87		
台農 5 號	71		
台農 6 號	84	抗	抗
花蓮 1 號	86	抗	抗
澎湖 3 號	85		

表七、木瓜抗病品種

品種	命名年	疫病	木瓜輪點毒素病	紅蜘蛛
台農 1 號	70	抗	耐	
台農 2 號	70			
台農 3 號	70			
台農 5 號	76		耐	抗
台農 6 號	87			

表八、芒果抗病品種

品種	命名年	炭疽病
台農 1 號	74	
台農 2 號	74	抗

表九、番茄抗病品種

品種	命名年	番茄嵌紋病毒	番茄黃化捲葉病毒	青枯病	萎凋病	根瘤線蟲
台南選 2 號	71					
台南 3 號	75	抗				抗
台中亞蔬 4 號	78	極抗		中抗		
花蓮亞蔬 5 號	79	極抗		中抗		
台南亞蔬 6 號	85	抗	耐			
種苗 7 號	87	極抗		極抗		
種苗 8 號	88	極抗		極抗	極抗	
桃園亞蔬 9 號	89	抗		中抗		
台中亞蔬 10 號	89	抗		中抗	抗	
台南亞蔬 11 號	92	抗			抗	
台南亞蔬 12 號	92				抗	
花蓮亞蔬 13 號	92	抗			抗	

表十、胡瓜抗病品種

品種	命名年	胡瓜嵌紋,病毒	木瓜輪點病毒-西瓜系統	矮南瓜黃化嵌紋病毒	露菌病	白粉病
台農 1 號	83	抗	抗	耐	耐	耐

表十一、冬瓜抗病品種

品種	命名年	矮南瓜黃化嵌紋病毒	胡瓜嵌紋,病毒	木瓜輪點病毒-西瓜系統	甜瓜脈綠嵌紋病毒
農友東和	89				
花蓮 1 號	87	抗	抗	抗	抗

表十二、絲瓜抗病品種

品種	命名年	矮南瓜黃化嵌紋病毒	木瓜輪點病毒－西瓜系統	甜瓜綠斑嵌紋病毒	炭疽病	露菌病
農友銀光	89	抗	抗	抗	抗	抗
台農 1 號	89	抗	抗	抗		

表十三、毛豆抗病品種

品種	命名年	白粉病	露菌病	立枯病
高雄選 1 號	76		抗	
高雄 2 號	80			
高雄 3 號	80			
高雄 5 號	85			
高雄 8 號	92	中抗		中抗
台南選一號	92	耐	耐	

表十四、豌豆抗病品種

品種	命名年	白粉病
台中 12 號	77	抗
台中 14 號	87	抗
台中 15 號	92	抗

表十五、綠豆抗病品種

品種	命名年	白粉病	葉斑病
台南選 3 號	70	耐	中抗
台南 5 號	78	抗	

表十六、草莓抗病品種

品種	命名年	果腐	炭疽病	白粉病	二點葉蟎
春香	71				
桃園 1 號	79				
桃園 2 號(艷紅)	82	耐			
桃園 3 號(紅狀元)	87	耐	耐	耐	耐

國內有機農產品之生產策略

李蒼郎

行政院農委會農糧署

前言

有機農業的首要目標是使土壤生命、植物、動物和人這些相互依存的生態群落保持健康和生產與生活達到和諧的境界。鑑於台灣地區氣候溫暖潮溼，土壤易受淋洗而造成養分流失，且土壤中有機質分解較快，農作物栽培需仰賴大量肥料以補充養分。加以農業經營專業化及集約化的耕作模式，爲確保農作物之產量及外觀品質，農民常需施用大量化學肥料及不定期噴灑農藥防治病蟲害，長期大量施用化學肥料，可能造成土壤微生物相改變致養分失衡、土壤理化性質改變致土壤劣化及地力降低。農藥施用不當，不僅影響農民健康，對農作物產生藥害、病蟲對藥劑產生抗藥性、危及有益昆蟲、土壤微生物，並對水資源、土壤及生態環境產生污染。因此，爲提昇農產品品質及安全性，並兼顧環境維護與生態平衡，有機農業已成爲農業熱門之議題。

隨著台灣經濟的蓬勃發展，人們追求綠色消費、健康的觀念日益普及，因此也帶動有機農業的發展，不只投入有機農業生產的人數不斷增加，有機農產品的產量及消費市場均持續增長，反映出有機農業在台灣已進入萌芽成長期。但是在經濟自由化的全球化市場競爭，也使有機農產品的競爭日趨激烈，消費者的購買選擇不再只是在地生產的有機產品，更可選擇來自其他國家具有價格競爭優勢的有機農產品，對國內有機農產品的發展帶來挑戰。

世界有機農業發展概況

有機農業旨在遵循自然資源循環永續利用原則，不使用合成化學物質，強調水土資源保育與生態平衡之管理系統，並達到生產自然安全農產品目標，故成爲消費者追求最高理想之食品，也爲全球世界各國農業發展之趨勢，並訂定計畫目標極力輔導推動。有機農業係遵守自然資源循環永續利用原則，不允許使用合成化學物質，強調水土資源保育與生態平衡之管理系統，並達到生產自然安全農產品目標之農業。依據2004年版世界有機農業（The World of Organic Agriculture）資料，全球有機農業面積已達2,400萬公頃，其中以澳洲1,000萬公頃最多，其次依序爲阿根廷（296萬公頃）、義大利（116萬公頃）、美國（95萬公頃）及巴西（84萬公頃）。另以有機食品市場規模而言，依據德國國際貿易中心（International Trade Centre，ITC）資料，2003年全球有機食品市場規模達230~250億美元，且每年並以5~15% 成長率逐年攀升，預期2005年全球有機食品市場將達290~310億美元。

國內有機農業輔導概況

台灣地區推廣農民實施有機栽培始於 84 年度，由各區農業改良場選定農戶辦理有機栽培試作，並積極辦理示範、觀摩及產品展售會。86 年度起由各區農業改良場負責辦理驗證及標章核發等工作，88 年度起進一步輔導民間有機驗證機構負責有機農產品驗證，以確保產業之永續發展。農政單位則擔負制度建立與監督之任務分工。至本（93）年 9 月台灣地區有機驗證面積已達 1,119.52 公頃，如附表。

附表：歷年有機驗證面積統計表（面積：公頃）

年度	水稻	蔬菜	果樹	茶樹	其他作物	總　計
85	61.5	26.1	67	5	-	159.6
86	238	42.5	100	16	-	396.5
87	302	98	156	22	-	579
88	466	170.3	157.2	22	5	820.5
89	596.27	153.76	208.7	36.5	17.3	1012.53
90	493.39	171.19	159	55.61	18.72	897.91
91	609.04	174.42	187.87	54.77	21.78	1018.97
92	599.8	228.27	158.82	62.77	42.77	1092.43
93	653.29	221.85	145.2	72.27	26.91	1,119.52

註：93 年資料至 9 月底止。

一、作物有機栽培技術研究

台灣地區氣候高溫多溼，作物實施有機栽培在病蟲害防治與土壤地力維持上有其困難性。亟需加強辦理作物有機栽培技術之研究，以作為推廣之參考，綜合多年來各大學院校、試驗改良場所之研究成果摘要如下：

（一）土壤肥料之改良技術方面

1.在強酸性紅黏土壤加施石灰可以提高土壤 PH 值、EC 值、無機態氮含量。

2.有機質材的選用宜視目的而定，如欲提高土壤有機質含量則以含蔗渣堆肥較佳；若欲提升土壤有效性則以禽畜糞堆肥較佳。

3.固氮菌、菌根菌、有機物分解菌、放射菌、硝化菌等種類甚多，作用功能甚廣，能增進土壤氮素來源，

增加養分有效性及溶解度，增進作物根系生長及養分吸收，分解有機物質釋放養分，並與病菌產生抗衡作用，聚合形成土壤腐植質等功能。

4.利用木黴菌等有益菌，分別接種於稻殼堆肥及蔗渣木屑堆肥，可增加堆肥製作過程中之溫度，降低臭味，外觀呈深黑褐，提高品質。

（二）作物病蟲害非農藥防治技術方面

1.生物防治用天敵包括草蛉、椿象、瓢蟲、螳螂、果實蠅寄生蜂、捕植蟎及病原微生物，食餌及代用寄主包括外米綴蛾、果實蠅、家蠶等昆蟲開發利用，如利用草蛉防治網室木瓜之葉蟎及蚜蟲。

2.有益微生物的利用：A.如菌根菌、固氮菌、根圈有益微生物群促進植物生長；B.如蘇力菌、木黴菌、枯草桿菌應用在病蟲害生物防治。C. 如溶磷菌可改善作物生長環境。

3.利用黃色粘片來偵測昆蟲族群之消長或作爲防治之工具。

（三）作物栽培技術改進方面

1.水稻利用湛水管理可以造成土壤的還原狀態，土壤中無足量的氧氣，使雜草種子不能獲得足夠能量啓動生命機制，以抑制雜草種子的發芽，達到有效控制雜草之目的。

2.以水旱田輪作之模式，可有效降低病蟲害與雜草之發生，並避免連作引起之土壤酸化及生產力降低現象。

二、輔導有機農產品生產

（一）舉辦宣導說明會

爲使縣市、鄉鎮等基層農業推廣人員及有意願參與生產之農友瞭解「有機農產品管理作業要點」、「有機農產品驗證機構資格審查作業程序」及「有機農產品生產規範一作物」等規範及民間有機驗證機構之驗

證程序及理念，規劃辦理有機農業宣導說明會，藉以擴大有機農業推廣。

（二）輔導成立有機農產品集團栽培區

輔導成立有機農產品集團栽培區，可擴大有機農產品產銷經營及降低生產成本，建立自有品牌信譽，達到經濟規模及減輕受環境污染等優點。鼓勵種植蔬菜、果樹及特作等農場（戶）經民間驗證機構完成驗證者，輔導成立有機農產品栽培區。

三、健全有機農產品驗證制度

（一）訂定「有機農產品驗證機構評鑑辦法」及辦理評鑑

依據「有機農產品管理作業要點」規定，驗證機構取得農委會認證之有效期限爲三年，期間每年需接受該會評鑑。評鑑不合格者，即終止其認證。期滿仍繼續辦理驗證者，應於有效期限屆滿三個月前向本會申請展延，接受該會重新審查認證，申請手續及相關審查同新申請案辦理。逾期未申請展延或未經核准展延者，原認證自動終止。連續三年評鑑績優之驗證機構，認證有效期限得延長三年。驗證機構違反本作業要點情節重大者，本會得撤銷其認證。驗證機構經評鑑不合格或因違反本作業要點而遭終止或撤銷認證者，於本會通知函發文日起六個月後始可另案向該會提出認證申請。

（二）制定有機農產品共同標章及其使用管理辦法，以規範驗證機構如何申請使用共同標章及其權利義務規範，並辦理宣導。

（三）訂定「有機農作物可用生產資材審查作業程序」，以確保有機農產品生產者之資材使用，符合「有機農產品生產規範-作物」規定。

（四）訂定「從事有機農產品驗證人員教育訓練考核要點」驗證人員肩負監督有機農產品生產過程的重責及指導生

產者提升栽培技術，提供諮詢之服務。因此，從事驗證人員必須有一定專業能力，規劃辦理驗證人員之訓練、考核及發證事宜，以提升各民間驗證團體驗證人員之專業能力。

（五）未來研究訂定「有機農業管理」法規，以確立有機農業管理法源及位階，規範有機農產品之生產、加工及行銷事項，以維護消費者權益，保護生態與環境，確保自然資源永續利用。

四、提升有機農產品產銷管理技術

（一）舉辦有機農業工作人員研習活動

為提升民間驗證機構之經營管理能力，規劃舉辦有機農業工作人員研習活動，以增進工作人員對有機農業之認識。

（二）舉辦有機農業產銷經營管理技術講習

規劃分區（北、中、南、東四區）舉辦蔬菜、果樹及特用作物等專業有機農產品產銷技術講習觀摩會，以提升有機農產品經營者產銷經營管理技術。

五、提升有機農場經營效率

（一）辦理有機資材共同採購

為降低有機農產品生產者購買到禁用之有機資材，提升有機農場經營效率，鼓勵民間有機驗證機構辦理有機資材共同採購，除可要求供貨廠商提供安全有機資材證明外，並可以降低生產成本及減低生產者購買資材之風險。

（二）有機農產品經營管理技術指導

為解決有機農產品生產者之產銷技術及經營管理問題，民間驗證機構應邀請專家、學者籌組有機農產品

產銷技術及經營管理技術服務團，適時提供生產者及消費者諮詢服務。

六、提升有機農業全球資訊網站功能

為強化有機農業全球資訊網站之資訊功能，並提升有機農業驗證資料管理系統，期使有機農業驗證資料之登錄、保存、管理、統計，以及資料之使用等更加完備。主要工作內容如下：

（一）持續強化有機農業全球資訊網之內容及發行有機農業電子報；加強提供生產技術、消費須知、市場供需、政府政策等資訊之功能，發行有機農業電子報促進有機農業之發展。

（二）製作英文版「有機農業全球資訊網」：將國內有機農業政策、發展及現況等重要內容翻譯成英文網頁，可使國內有機農業發展與世界接軌並意向國際宣傳。

（三）建置有機農業驗證資料庫：配合政府及有機農業驗證機構之需求，改進並維護有機農業驗證資料庫管理系統(包括各項驗證資料之登錄，完成驗證之農場、農地管理及驗證標章使用情形、生產者產品品牌等資料之建置等)，期使有機農業驗證資料之登錄、保存、管理、統計，以及資料之使用等更加完備。

（四）加強有機農業論壇，提供生產者、消費者、買賣業者及研究推廣人員等信息交換之場所。協助有機農業相關驗證或推廣單位製作網頁及發佈消息。透過各試驗改良場所之協助，加強有機農業生產資訊之提供及諮詢之功能。

七、有機農產品消費教育推廣

（一）舉辦有機農業成果展示及有機農產品展售會，並結合有機農業之專題講座、農場知性之旅、宣導展示，積極宣導有機農業及其驗證制度，藉以宣導國內有機農業發展成果，教育消費者認識有機農業及如何選購有機農產

品。

（二）編印有機農業宣傳手冊，並於報章雜誌刊載有機農業相關專輯報導，以及辦理有機農產品驗證機構授證典禮活動。

（三）為強化行銷通路業者及消費者對有機農產品的認識及生產者之信任與長期支持。辦理消費者有機生活教育訓練活動、有機農場與社區總體營造示範區巡禮活動、有機家庭菜園研習營、有機飲食ＤＩＹ講座及有機農業推動志工種子培訓營等，以落實有機農業生產、生態與生活之「三生」理念。

八、辦理有機農產品抽檢工作

為確保有機農產品品質，於年度計畫內加強辦理有機農產品抽檢工作，以區農業改良場之轄區規劃成七個抽檢區，每月不定期辦理田間及市售抽驗，以提升有機農產品品質。

國內有機農業輔導策略

現階段有機農業推廣工作面臨有機農產品栽培管理技術、生產成本過高、有機農產品驗證與管理尚待落實、產銷管道未能暢通、非經驗證合格而標榜有機之農產品充斥市場等問題。另本（93）年5月消基會發布有機蔬菜殘留農藥事件案，經農糧署檢討及徵詢各界對有機農業法規制度之改革、驗證標章之管理使用、作物有機生產技術改進、通路及市場之輔導管理等興革意見，並經整理分析，就各項待興革事項分次集會研討，重點摘要如下：

一、有機農業法規制度

（一）配合「有機農業管理作業要點」研訂

1.有機農產品驗證機構評鑑要點

2.有機農產品共同標章使用管理要點

3.有機農作物可用生產資材審核作業程序

4.從事有機農產品驗證人員教育訓練考核要點。

5.研訂有機農產品生產規範-加工。

6.研訂作物離地栽培有機生產規範

（二）研究「有機農業法」立法之可行性。

（三）為期有機農產品認證制度能與國際接軌，增進國內有機農業發展，有關國內有機農產品驗證機構之認證作業規劃由「全國認證基金會」接辦，以朝符合國際規範方向調整。

（四）建立有機農業輔導與驗證分工體系，有關有機生產技術輔導工作將調整由各級政府與技術單位及農民團體負責，有機驗證機構則落實辦理各項驗證工作，以促進有機農業發展。

二、驗證標章之管理使用

（一）請各驗證機構共同訂定標章核發與管理程序及相關申請及審核表格式，並確實審核生產者當季生產之作物、種植面積、產量、包裝規格及查驗生產紀錄簿及檢附標章使用切結書。

（二）驗證機構核發標章時須於切結書規定，生產者申領之有機標章必需自行保管及粘貼，禁止隨產品轉由通路商包裝粘貼。

（四）建立有機標章核發透明查詢機制，各驗證機構應於本（93）年底前在各自網站上建立消費者能依標章流水號上網查詢個別生產者之作業系統，倘標章上已印有驗證農戶姓名及電話者得暫緩辦理。

三、作物有機栽培技術

（一）由農糧署整合各試驗改良場及相關學術單位歷年研究成果，以及未來研究重點，如雜草管理、病蟲害防治、

施肥技術及其他等項目與經費需求，送本署彙編有機農作物生產技術推廣手冊及整合研提明年度競爭型科技計畫。

（二）推動有機農產品集團栽培

已請各區農業改良場及茶業改良場會同縣市政府於轄內規劃選定至少一處大型有機農產品集團栽培推廣目標區。

四、建立有機農產品安全行銷通路體系

（一）設立有機農產品共同標章，方便消費者辨識。

（二）加強辦理消費者推廣教育及輔導農友建立行銷管道。

（三）加強市售有機農產品抽驗。

（四）研訂商品化有機資材審核作業規範，確保有機農產品生產安全。

（五）研訂通路商或理貨中心驗證規範。

（六）有機農產品之標示有不實情事，有關單位得引用「農產品市場交易法」、「商品標示法」及「公平交易法」等相關規定查處。

（七）規劃建立有機農產品電子化管理系統及交易平台，以強化「有機農業全球資訊網」之功能並加強宣導推廣。

結語

有機農業具有生產、生活及生態之特性為三生一體之產業，它的範圍涵蓋優質農業、環保農業、安全農業、休閒農業四大領域。由於國人生活品質日益提高，追求健康的消費及環境保護特別重視，隨著經濟發展及國民所得的提高，近幾年來國人對生活品質及生態環境日趨重視，農產品的消費以新鮮、安全、衛生為導向，因此，有機農產品將逐漸成為消費者之最佳選擇。

優質農產品與優良農業操作者驗證

李國欽　林浩潭　段淑人

行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所

前言

隨著生活水準的提高，消費者對飲食的要求，已經從注重「量」的滿足轉向「質」的提升。在質的提升方面包含有「優質」及「安全」二大項目。在優質方面主要考量的重點在於外觀以及口感，外觀方面包含大小、色澤、清潔、形狀，無蟲孔、無病斑、無機械傷害痕跡等，口感方面包含有甜度、酸度、適當成熟度、水份含量等。優質之需求視消費市場之歡迎度而定。當然為提昇附加價值，在某些情況之下，其營養成份也會是優質與否之重要考量依據。而安全部分之考量重點則著重於產品之衛生安全品質，其內容包含有一些生物性或非生物性之因子，由於消費者無法以肉眼查覺，各國都在有關食品安全法規訂定有管制之標準。符合標準者則屬安全產品，不符合標準者則屬不安全。

近十年來農政單位，自各個層面積極推動建立國產農產品之優良品牌，包括吉園圃蔬果、國產水果品牌及農產加工品等，其中已有完整認證制度者如:「吉園圃標章」、「有機農產品標章」、「CAS 優良食品標章」及「良質米標章」。經過認證之產品，其品質已獲消費者肯定，亦使國產農產品能在進口農產品競爭壓力下，不失其競爭之能力。優質安全農產品之認証，已成為未來的趨勢，優良農產品必需產自安全之生產環境及優良農業操作(Good Agricultural Practice, GAP)，上述二項為優質農產品品牌認証之基石。台灣屬小農制，農民平均耕地僅 1.2 公頃，相較於美國農戶平均耕地面積 177 公頃，農地面積小而作物項複雜，如何在品牌認証過程中，促使眾多的生產戶都能按標準農業操作規範進行生產以使產品均一化似

爲當前之重要工作項目。標準農業操作規範，在優質方面除考慮品種的選擇外，適地、適時以及適種之栽培制度是建立規範之必要考量因子。在安全方面必需考慮健康栽培環境的選擇以及合法的使用農用化學藥劑，以符合食品衛生管理法所訂定之標準是制定規範必需遵照之原則。許多的法規如環境（水及土）污染管制法規，農藥使用管理辦法，肥料管理辦法，有機農業法規等都是研訂技術規範必需參考的法令。按照標準操作規範作業之農民則爲優良農業操作者，其驗証則可依法檢驗其產品爲依據。由於各國之法規標準並不一致，因此內銷產品依本國法規而訂定操作規範，外銷農產品則可能要參考輸入國之規定訂定操作規範。培育農民成優良農業操作者，經驗証後進而組成優良農產品生產集團，量產優質安全之農產品，再建立產品品牌認証制度，並利用企業化產銷及管理手段打開通路，可能是當前農業從業人員努力的目標。

優質農產品之定義

農政單位近十年來，自各個層面積極推動建立國產農產品之優良品牌，包括吉園圃蔬果、國產水果品牌及農產加工品等，其中已有完整認證制度者如:「吉園圃標章」、「有機農產品標章」、「CAS 優良食品標章」及「良質米標章」。經過認證之產品，其安全品質已獲消費者肯定，且由農政單位全力宣導，強化產品形象並協助建立運銷通路。如此全力由政府結合民間力量共同維持品牌產品之生產安定、出貨安定及品質安全，亦使國產農產品能在進口農產品競爭壓力下，以煥然一新的姿態強力出擊。政府近年來大力推動品牌制度，僅將各品牌認證及品管制度簡介如下：

一、吉園圃標章

民國八十三年起，政府爲鼓勵農民以經濟、有效、安全的植物保護技術，生產安全衛生之蔬果，並以具公信力之認證制度，以建立農民及消費

者之信心，由行政院農委會農業藥物毒物試驗所註冊登記「吉園圃」蔬果安全用藥標章(左圖)。「吉園圃」是由英文「GAP」音譯而來，爲Good Agricultural Practice之縮寫，意思係優良農業操作。即使用最合乎自然的耕作條件來種植農作物，減少因爲農藥而帶來對自然環境的傷害，適時適地適種就能合理的使用農業資材，提高農產品品質之目的。依此原則所生產之農產品也一定會是優良農產品(Good Agricultural Product)，亦可簡稱爲GAP。標章圖案中綠葉代表農業，三個圓圈有二個意義，一是強調農民要把握適時適地適種，合理病蟲害防治及遵守安全採收期三個達到農業操作之原則；另一個意義則是在整個標章推行上需要輔導、檢驗及管制三方面的配合。其管理依據「農產品安全用藥吉園圃標章核發使用要點」，爲能有效追蹤管制標章之使用流向及產品之來源，每個標章均加印九碼編號，第一、二碼代表縣市政府，第三碼爲作物類別，第四、五碼爲鄉鎮別，第六、七碼爲產銷班別，第八、九碼爲班員別，可依此追蹤農產品之生產單位及農戶。

「吉園圃」標章之使用管制係採共榮共懲制，因此申請對象，必須爲市鄉鎮農會、公所或合作社場輔導之蔬果生產班爲主，並不接受個別農戶申請。期能藉著班員間之約束力及技術相互交流，提升集體栽培防治技術。申請要件主要包括全期作物栽培防治資材之詳細用藥記錄簿，及經藥試所檢驗合格證明單。「吉園圃」申請及審核流程由輔導單位提具申請書，經區農業改良場書面初審合格者，再經藥毒所、農委會中部辦公室(即將改制爲農糧署)、區農業改良場及縣市政府共同複審合格後，才具「吉園圃」標章使用資格，並由班長代表全數班員與縣市政府簽訂一年標章使用合約，第二年以後續約部份可一次簽定二年合約，合約期間由縣市政府免費提供標章使用，所生產之農產品必須接受藥試所臨時抽驗，違反規定者依「農產品安全用藥吉園圃標章核發使用要點處理原則」，一旦發生班員違規用藥情形則採全班連坐處分。十年來推廣成果斐然，至 92 年 12 月已成功輔導 1,535 蔬果產銷班計

21,136 位班員，產量佔全國蔬菜之 6%及水果之 14%。

二、有機農產品標章

有機農業是指零污染的食物，即是不經過化肥、化學農藥、除草劑等污染的食物，而且肥料必須用自然堆肥， 凡是任何加害土壤的添加物，都不可以使用；依循著大自然的法則，以維護土壤生機的培育為基礎，耕作土壤及灌溉水源均不得受外界污染，且栽培過程中不使 用任何化學肥料、農藥和各種生長調節劑以及任何有 殘害土壤的添加物的 農業生產方式；因此營養高、風 味佳、耐儲存，更重要的是富含能量，對人體不會造 成毒害，能提供生機、能量、是最合乎自然健康的食物。為落實有機農產品驗證工作，行政院農委會積極輔導正式成立之有機農業團體辦理驗證事宜。目前輔導之驗證團體中有「財團法人國際美育自然生態基金會」、「財團法人慈心有機農業發展基金會」、「臺灣省有機農業生產協會」、「中華民國有機農業產銷經營協會」及「臺灣寶島有機農業發展協會」等五個民間組織。其認證標章如下圖依序由左至右排列：

為推動有機農業發展，建立及落實有機農產品驗證及管理制度，農委會研擬修訂「有機農產品管理作業要點」、「有機農產品驗證機構資格審查作業程序」及「有機農產品生產規範—作物」，並於 92 年 9 月 15 日發布實施。迄今已有三個民間團體通過其審核認可，經其驗證合格之有機栽培面積包含蔬菜、水果、米及茶等共計達千餘公頃，其栽培環境都經過抽驗檢驗以確定沒有污染，產品也經過以符合國際規範的分析方法檢驗以確保衛生安

全。通過驗證取得有標標章使用權的有機農戶亦有 882 人，到目前為止有機農業栽培面積仍共佔全部農作面積的 0.3% 。為維護生態環境及確保農產品安全，除將加強管理並積極落實有機農產品驗證制度外，同時呼籲農民、驗證機構及相關業者配合前項規定辦理，期能健全國內有機農業發展，並促使農業永續經營。

三、CAS 優良食品標章

〝CAS〞是由中國農業標準(Chinese Agricultural Standards)三個英文字字首而來，行政院農業委員會於民國七十八年訂定完成CAS制度，旨在提昇農水畜產品及其加工品品質水準，以維護生產者、販賣者及消費者之共同權益；現今美、日、德等先進國家均在其國內實施類似之食品品質認證制度。 CAS標誌統一使用 6 碼表示；前兩碼為產品類別編碼(如下表)：

編號	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
類別	肉品	冷凍食品	果蔬汁	良質米	醃漬蔬果	即食餐食	冷藏調理食品	生鮮食用菇	釀造食品	點心食品	生鮮蛋品	生鮮截切蔬果

第三、四碼為工廠編號，第五、六碼則為產品編號。CAS優良食品的特點如下：1.品質及成份規格一定合乎CNS國家標準。2.衛生條件一定符合《食品衛生管理法》規定。3.包裝完整，標示誠實明確。4.均以國產農水畜產為主原料，富含本土風味特色。為確保CAS優良食品上列四大特點，行政院農業委員會及

行政院衛生署會同執行單位的食品檢驗專家們周年辛勤地巡迴督導各CAS優良食品工廠的製造設施、使用原料、生產管理制度及製品的品質與衛生，並赴通路賣場抽樣檢驗，嚴格爲國人的飲食健康安全做好把關的工作。

由於各類 CAS 優良食品之特性迴異，因此行政院農業委員會委由專業機構推動，以落實推廣成效，同時邀集國內知名學者專家與優良食品業者代表，共同組成技術及推廣委員會，以籌劃工廠認證與消費推廣等相關事宜。12 大類產品中CAS優良肉品及生鮮蛋品由「中央畜產會」負責執行，良質米則由「行政院農業委員會第二辦公室」負責，其餘 9 大類則由「食品工業發展研究所」主辦，至於整體CAS優良食品標誌之消費者教育與宣導則由「中華 CAS 優良食品發展協會」統籌辦理。其中 CAS 優良生鮮截切蔬果類系指各類蔬果，於採收、選別、清洗、截切、離心去水後包裝並提供進一步加工處理之產品。但依產品特性，未經截切之芽菜類或僅去蒂、去皮之蔬果亦包括在內。此類產品之初級加工選材，皆屬「吉園圃」認證契收農地或採收前經農藥檢測合格之農產品，並要求產地提供農藥或化學肥料之用藥證明，以達到安全採收期之規定。CAS 優良生鮮截切蔬果之認證，將可提供國內餐盒工廠、團膳公司、學校中央廚房及 CAS 優良食品認定廠家品質良好之蔬果原料，亦可省去蔬果前處理時間，也達到農業廢棄物留在產地之環保概念。

四、鄉鎮農會推廣之良質米品牌

由行政院農業委員會、各區農業改良場及各主要產米鄉鎮農會輔導建立的農會牌良質米，外形飽滿、透明有光澤，心腹白、碎米率及被害率少且新鮮。米飯香 Q，食味普遍爲消費者所接受。目前所推薦的良質米品種有高雄 139 號、台中秈 10 號、台梗 2 號、台梗 5 號、台梗 8 號、台梗 9 號、台梗 11 號、台梗 14 號、台梗 16 號、台梗 17 號、台農 71 號、越光。東部良質米品質佳、口感好、甚得消費者喜愛、尤其是花蓮市農會和宜蘭縣五

結鄉農會已通過CAS台灣好米認證、依據「CAS優良食品標誌良質米類認定廠追蹤管理辦法」接受查驗合格、品質有保證。如台東縣池上鄉農會推出的池農牌特級良質米、池農牌月光米、壽司米，花蓮縣富里鄉「富麗米」、宜蘭縣礁溪鄉「溫泉米」、及五結鄉「蘭陽五農米」，經多次促銷宣導活動，已獲消費者肯定，所生產之良質米往往供不應求。而富里米亦數度參加日本良質稻米展示活動其品質不亞於日本，深受歡迎。

五、國產優良水果品牌

行政院農業委員會為了協助農民突破行銷障礙，在考量台灣的農業現況與各項條件後，於88年6月公告「國產優良品牌水果蔬菜品質認證作業須知」，期能經由訂定明確的發展目標與完整的作業體系下，輔導各重要蔬果產地之鄉鎮農民團體以發揮其農民組織的功能，統合調配產地貨源，建立當地產品品牌，控制產品品質，掌控行銷通路，進而達到「生產安定、品質安定、出貨安定」的產業水準。國產優良品牌水果蔬菜之品質認證，是以鄉（鎮、市）級農會或合作社（場）、青果社等農民團體為對象單位，並需具備下列各項條件，方能提出申請：一、產品須具經過經濟部智慧財產局申請產品的品牌商標註冊之品牌，品牌之使用及標示並符合商標法之相關規定。二、轄下產銷班組織運作良好，且經驗證取得吉園圃標章或經本會輔導辦理有機農產品驗證，並取得有機農產品證明標章者。 三、確實實施共同選別、統一計價（簡稱：共選共計）嚴格做好「產品分級」。四、已辦理共同運銷且實績良好。五、至少具有一名擁有國產品牌水果、蔬菜產銷訓練班結業證書之工作人員。六、生產水果之申請單位，其品牌系列產品於產期內每品種單日能供貨至少三十箱以上。承銷商與零售商方能安心的針對此項商品規劃合適的行銷策略。七、生產蔬菜之申請單位須具備急速預冷設施，且具足夠之作業處理能力。行政院農業委員會為了使「國產優良品牌水果蔬菜品質認證制度」能順利推行，對於

符合認證條件之農民團體，僅就一個品牌予以品質認證。目前已享譽全國的品牌水果有：屏東縣林邊鄉的「福爾摩莎」黑珍珠霧，高雄縣大社鄉的「綠圓緣」珍珠拔及印度棗，旗山鎭的「紅晶果」木瓜，台南縣南化鄉「南芝園」的木瓜與芒果，七股鄉的「季季欣」洋香瓜，南投縣運銷合作社的信義「內茅埔」巨峰葡萄，台中縣石岡鄉的「金碧椪柑」，台中市的「大墩園」柑桔等等均受到全國消費者高度的喜好。

藉由「國產優良農產品品牌認證制度」的推行，能讓國產蔬果米茶等農產品以「品牌是品質的保證、品質是品牌的後盾」的區隔策略來贏得消費者的支持。品牌的信譽是成功行銷的磐石，然而這樣的信任必須仰賴嚴格的認證及品管制度，在強調農產品安全品質的重要性之下，各品牌農產品安全性的保證，必須係由國家法定權責單位以與國際同步且經政府公告的檢驗方法行之，同時其檢驗結果也必需以行政院衛生署公告的「安全容許量」爲評估依據，如此才具有科學性及公證性。當前由於世界經濟動向與潮流之改變，我國以正式加入世界貿易組織(WTO)，國內首當其衝則屬農業最爲受到憂心，除面臨進口農產品之市場競爭，相對於我國就業人口百分之九的農民生計，更是極待解決之問題。被認爲隱憂重重的農業，實質問題並沒有受到農業改革之全面提升與普及，除品種改良、耕作設備改善，以及生產流程自動化外，銷售管道之不順暢，以及合法化的衛生安全管理制度未能健全與落實，亦是關鍵因素。鑑於加入 WTO 後，農業面臨新的趨勢與挑戰，因應政策必須朝精緻栽培技術，生產高品質並適應市場與消費者需求爲導向的方針發展「優質農產品」，造福生產者、運銷者及消費者，共同開創市場行銷優勢，強化國產品牌的公信力與競爭力，方能提昇農產品之國際競爭力並維持農業之永續經營發展。

優質農產品之定義爲：在安全無污染之生產、貯存、加工及輸送條件下，經由標準農業操作規範所產出之營養、外觀及

口感良好，且品質安全之農產品。因此，優質農產品必須考量的重點有：一、在安全環境下生產，二、品質安全，三、營養，四、外觀，五、口感等，安全部分之考量著重於產品之衛生安全，即須符合食品安全法規下之管制標準，且在貯存、加工及輸送過程中保証不受污染；外觀方面包含大小、色澤、清潔、形狀，無蟲孔、無病斑、無機械傷害痕跡等，口感方面包含有適當之甜度、酸度、成熟度、水份含量等。營養方面則須有一定含量以上之碳水化合物、蛋白質、脂肪、灰份及其他特殊成份等，此外，優質之需求亦應視消費市場之歡迎度而定，亦即產品須有較高之接受度。

優質農產品之產銷

台灣屬小農制，農民平均耕地僅 1.2 公頃，與美國農戶平均耕地面積 177 公頃比較，農民實無法利用大型農機具行大面積生產單一作物，必須投入較高之人工及管理成本，因而有農產品生產成本高，利潤偏低且不利於大量生產之缺點；但耕地面小卻有耕作範圍易於掌控，可「精準」地依照生產規範操作及進行病蟲害防治、採收等作業，適宜發展高品質及高價位之生鮮蔬果等優勢。

基於上述優勢條件，配合研發優良品種，適地、適時及適種之栽培原則，加上產銷策略之引導，即可得到優質農產品。優質農產品之產銷策略爲「善用小農之優勢，提升農產品品質，增加國際競爭力」，其主軸應涵蓋生產環境、生產者、生產方法及產品等，其內容有：1.維護安全之生產環境及農業資材，2.培育農民成爲優良之農業操作者，3.設立標準之農業操作規範，4.組成優質農產品生產集團，5.實施農產品分級、建立產品品牌及價格保証，保障生產者之利潤，6.企業化產銷及管理。

優質農產品之驗證

優質農產品之驗證應講求完整性，範圍須涵蓋田間至餐桌(from field to table)，因此優質農產品之驗證包括：1.生產環境(空氣、水及土壤)，2.生產過程(操作方法、農業資材、貯藏、加工、包裝及運輸等)，3.品質安全，4.營養成份，5.外觀，6.口感，7.品質之均一性等。在生產環境方面，目前已有環保署公告之空氣污染防制法、水污染防治法及土壤與地下水污染整治法等及農委會公告之灌溉水水質標準等有關保護生產環境之相關法規。其中之空氣品質標準、地面水體分類及水質標準、地下水污染管制標準及土壤污染管制標準等可作爲生產環境驗證之依據；但驗證生產過程之依據雖有「農藥管理法」(規範農藥之製造、加工、輸入、登記、販賣及檢驗等)，「農藥使用管理辦法」(規範農藥之使用)，「肥料管理法」(規範肥料之製造、加工、輸出入、登記、販賣、查驗及監督等)及「有機農業生產規範」(內含「有機農產品管理作業要點」、「有機農產品驗證機構資格審查作業程序」及「有機農產品生產規範－作物」)等可作爲依據，但不同農產品之生產、貯藏、加工、包裝及運輸等並非完全雷同，須針對不同產品而有不同之標準操作程序，以求品質與安全之均一，此方面仍有待加強。末端產品之品質安全應以衛生安全品質管制爲主，法令方面目前已具備完整之法令(食品衛生管理法)、法訂之分析方法(標準檢驗方法)、符合國際規範之安全管制標準(食品衛生標準、殘留農藥安全容許量等)，優秀之檢驗人材及與國際同步之檢驗技術。然而優質的農產品供應鏈的危害分析及重要管制點制度(Hazard Analysis and Critical Control Point, HACCP)更是廿一世紀的重要觀念，它可取代依賴傳統的產品檢驗以確認產品安全之品保制度，其包含了自農場到餐桌之原料生產、儲存、製造、運輸、配銷與消費之一種預防性自主管理制度。目前國內對於農產品安全管理的認證制度有: GAP 優良農業操作、CAS 優良食品標誌、GMP 良好作業規範、ISO-9000 品管系統標準、及有機農產品驗證等。在農產品安全優質認證或驗證過程中最重要的工作即是基本

之用藥記錄與履歷追蹤。目前農政單位藉由安全標章「吉園圃」之推行養成農民確實塡寫「農作物病蟲草害防治記錄簿」記錄使用的農藥資材名稱、施用日期、使用量及防治對象等。至於營養成份、外觀、口感及品質之均一性亦應有科學化與量化之標準及檢測技術，以爲檢測及評估之依據。

未來努力方向

優質農產品除了具有「優質」及「安全」之特性外，在「附加價值高，可提高農民所得」,「維護永續經營之農業環境」,「增強本國農產品之競爭力」更有其優勢面，爲現代化農業之必然方向。優質農產品之產銷與驗証，除了在法令及管理須有相關之完整配套措施外，未來更應以：1.引進新科技技術，提升農產品之質與量，2.培養具優良知識與技術之農業操作者，3.整合小農力量，發揮團隊合作效益，4.致力國際化，拓展高品質高價位生鮮農產品市場，提高農業利潤，維護永續農業生產等作爲導向，以創造農業之新境界。

參考文獻

1. 行政院農業委員會中部辦公室。2003。農產品安全用藥『吉園圃』標章推廣工作手冊。22 頁。
2. 行政院農業委員會。2003。有機農業法規。行政院農業委員會編印。27 頁。
3. 行政院農業委員會。2003。有機驗證 健康保證。行政院農業委員會編印。59 頁。
4. 行政院農業委員會。2003。灌溉用水水質標準。行政院農業委員會 92 年 11 月 7 日農林字第 0920031524 號公告。
5. 行政院農業委員會。2004。農藥管理法。http://law.moj.gov.tw/fl1.asp。
6. 行政院農業委員會。2004。農藥使用管理法。http://law.moj.gov.tw/fl1.asp。

7. 行政院農業委員會。2004。肥料管理法。http://law.moj.gov.tw/fl1.asp。
8. 行政院環境保護署。2004。空氣污染防制法。http://law.moj.gov.tw/fl1.asp。
9. 行政院環境保護署。2004。水污染防治法。http://law.moj.gov.tw/fl1.asp。
10. 行政院環境保護署。2004。土壤與地下水污染整治法。http://law.moj.gov.tw/fl1.asp。
11. 行政院衛生署藥物食品檢驗局。2004。食品檢驗方法。http://www.nlfd.gov.tw/trndhtm/query_method.htm。
12. 李國欽。1996。吉園圃作業手冊。台灣省農業藥物毒物試驗所。14頁。
13. 陳佩綺。2004。「從農場到餐桌」安全制度之建立。「台灣農產與食品安全之相關問題」座談會。34~40。
14. 翁愫慎。2004。農用化學製劑之合理化使用。2003 國際植物健康.管理研討會專集。115~120。

植物營養與農產品品質

王鐘和　丘麗蓉

國立屏東科技大學農園生產系

摘要

植物從其生長環境之空氣、水及土壤中吸收生長所必需之營養元素。植物的必需營養元素一旦缺乏，其生長必受限制，組織發育不全，甚至破壞，因此病原菌容易入侵而罹病；或因生長組織內代謝受阻而產生某些低分子量的有機酸，引起昆蟲或地下害蟲之侵害及繁殖，導致病蟲害之發生；反之，植株生長健康，病害及蟲害自然減少。

農產品品質的定義因產品種類不同而異，概言之；包括產品的大小、外觀、氣味、食味，以及其所含特定成分的高低，例如：稻米之直鏈澱粉、粗蛋白質含量及凝膠展延性等。水果之糖、酸度及維生素C等。蔬菜之維生素C及硝酸態氮含量等。供產糖或產油作物之糖及脂肪含量。保健作物的保健成分等。另外農產品的儲藏性及加工品的品質也與其營養元素含量是否適宜有密切相關。

農田的土壤肥力迥異不一，不同作物對營養元素的需求量也不一，因此各個農田種植不同作物時所需的肥料種類與用量則大盡不相同。欲知如何施肥才能求得優質的農產品，則必須借助科學的方法進行土壤肥力、植株營養狀況與作物需肥量的診斷。

前言

動物要生存需要攝取營養分，瞭解各種食物所含之營養成份，規劃攝取均衡適當的飲食，可使人類獲得生存必需的營養分，也是維持身體健康之重要手段，定期健康檢查，明白身體的健康情形，適時針對察覺之毛病給予治療，更是保障健康之不二法門。同樣地，植物生

長也需要營養分，植物從其生長環境之空氣、水及土壤中吸收生長所需之營養分，瞭解上述環境因素之品質及供應營養分之能力，配合植體營養成分分析診斷，則是確保植物生育良好，獲得高產量及高品質農產品之必要手段。

植物營養

植物生長必需要吸收營養元素，截至目前爲止，大多數學者所確認的植物生長必需要的營養元素共計有：碳(C)、氫(H)、氧(O)、氮(N)、磷(P)、鉀(K)、鈣(Ca)、鎂(Mg)、硫(S)、鐵(Fe)、錳(Mn)、銅(Cu)、鋅(Zn)、鉬(Mo)、硼(B)、氯(Cl)等 16 種，其中碳、氫、氧來自空氣與水，其餘 13 種則來自土壤。充足且均衡的供應這些營養元素，才能使作物生長良好，獲得產量與品質均佳的農產品。因此，瞭解土壤供應作物生長所需營養元素之能力；也就是所謂的土壤肥力之狀況，以及作物對於營養元素之需要特性；及不同生育階段之各項營養元素之需要量，提供評斷作物營養元素含量是否恰當，協助我們決定肥料施用的種類、數量與方法，達到合理化施肥，節省肥料資源以及維持農業環境生態平衡之目標。

一、必需元素的定義

某種元素對植物生長是否爲必需元素(essential Element)，依據 Arnon 氏(1939)所下之定義必須符合與具有三種特性：

1. 必要性：如該元素欠缺時，植物之生長、繁殖之完整發育過程即受到阻礙，無法完成其生命週期。
2. 非代替性：因欠缺某元素而產生特有徵狀，必須添加該元素才能回復正常生育狀況。
3. 直接參與植物的代謝作用：該元素須爲植物代謝作用之直接成分，不是僅作爲其他有利因子之使用而間接

造成增產之外部因子。

另外有一些元素雖然不是作物生長所必需，但對特定作物生長有益，則被稱爲有益元素(beneficial Element)，例如矽(Si)可增強水稻植株的直立性與抗病蟲害能力；鈷(Co)可促成豆科作物根瘤的固氮作用；鈉(Na)爲耐鹽作物調節細胞滲透壓所必需；釩(V)可促進作物生長；鎳(Ni)爲尿素水解酵素所必需等。

二、必需元素的生理功能

每一必需元素在作物體內都有其特定且無法替代的生理功能，其功能包括以下四類:

(一)構成體質:如碳、氫、氧、氮、磷、硫，爲各類碳水化合物、核酸、蛋白質、脂肪等之組成分。

(二)爲酵素的組成分或催化酵素反應:如鉀、鈣、鎂、鐵、錳、銅、鋅、鉬。

(三)維持細胞的膨壓及電解質的平衡:如鉀、鈣、鎂氯。

(四)維持細胞膜的完整性或控制某些生理、生化反應的路徑等:如鈣、硼、氯。

以上16種必需元素，若依據作物正常生長所需之吸收量來區分，可分爲兩類：(1)大量元素：其中碳、氫、氧約佔作物乾物質之90%左右，氮、磷、硫、鉀、鈣、鎂約佔作物乾物質之1%～10%之間。氮、磷、鉀三要素因爲作物之需要量較大，且土壤的有效含量常不夠作物生長所需，需施肥補充才能增產，故又稱爲肥料三要素，而鈣、鎂、硫需要量次之，稱爲次要元素，(2)微量元素：鐵、錳、銅、鋅、硼、鉬、氯則約佔一般乾物含量的0.1 ppm～2.0 ppm之間。

三、營養與作物生產

不同養分狀況與作物生產之相關如圖一，其中幾個名詞意義如下：

(一)(deficient)：

當植物之必要元素含量低到嚴重限制其產量且有缺乏症狀可見時，稱為缺乏該養分，在極端缺乏時，可能造成植物的死亡。輕微及中等缺乏，症狀也許尚無法用肉眼看出，但是已經會降低作物產量。植物缺乏某一元素，有時不是絕對濃度低造成，而是其他具拮抗作用之元素含量太高所致。

(二)臨界範圍(critical range)：

當植物之必要元素含量低於此二濃度時，施用此養分可使產量提高，也就是產量可反應養分的施用，但 此時未必能看出該元 素之缺乏症狀。臨界範圍或臨界濃度依作物種類及養分種類而異，但是可知介於養分缺乏及養分充足(sufficiency)的過渡(transition)帶間。

(三)充足（sufficient)：

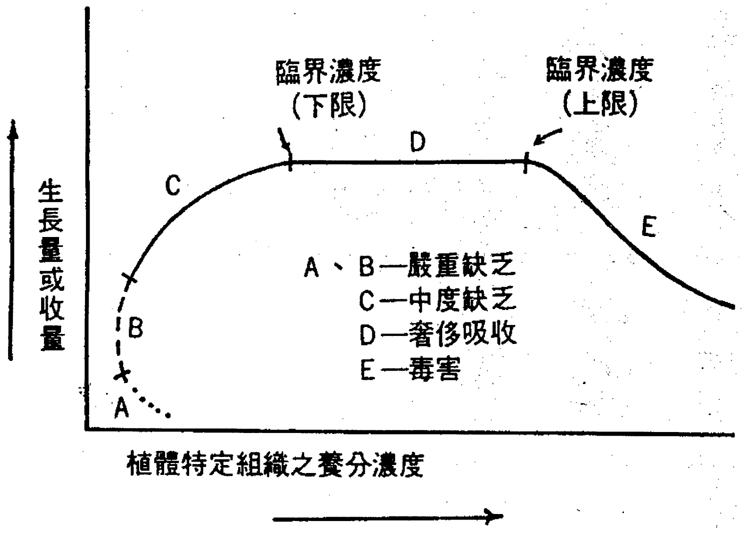
當植物之必要元素含量在充足範圍時，再增加施用養分時，雖然植物養分濃度持續提高，但其產量則不再增加。在這種吸收養分而不反映到增加產量的現象常稱為奢侈消耗（luxury consumption），而此養分含量範圍也有人稱為奢侈濃度（luxury concentration)。

(四)過量或毒害（excessive or toxic)：

當植物之必要元素或其他元素含量(吸收非植物必要之元素)高到足以降低其產量時，稱為過量或毒害現象。某一養分含量過量時造成其他必要元素的不平衡而造成減產。有些元素在低濃度

就可能造成對植物之毒害，如重金屬(銅、鎘)或某些微量要素(硼、鉬)。

圖一顯示，在極度缺乏的狀況下，植物生長量特別低，此時提供該養分時，植物產量快速增加，其速度高過植物體中養分的累積，因此植物養分含量反而有下降之趨勢，此現象稱 Steenberg 效應，其成因由於植物乾物重增加快而造成稀釋效應。植物養分之缺乏在一般狀況下，施用該養分後促進產量之提高，該養分之含量亦相對提高。繼續提高養分供應量到臨界濃度前，每增加一份養分所提高產量之效益最高，當養分含量已在充足範圍內，再增加養分供給量其產量不再繼續提高，此時植物養分含量仍繼續因養分供應量提高，故稱爲奢侈消耗。若再繼續增加該養分之供應量，則可能達毒害現象致產量降低，其原因可能因某種養分濃度高而與其他養分造成競爭，使得其他養分的吸收量低於臨界範圍，或已經造成鹽害所致。



圖一　植體養分濃度與生長量或收量之關係

四、營養失衡的原因

(一)要素缺乏之原因

1.自然因素：

特殊的地形、母岩及氣候條件形成之土壤，例如：強酸性土壤，因土壤中鹽基淋洗流失常導致鈣、鎂及銅等元素缺乏。石灰性 pH 高之土壤則易有鐵、錳、鋅等要素缺乏之現象。

2.施肥不當：

過量施用肥料，因元素間之拮抗作用易形成缺乏之情形。

(二)要素過量之原因

1.自然因素：

強酸性土壤易發生鐵錳要素過量之情形。

2.施肥過量：

大量要素累積形成鹽害，土壤中易累積多量之營養元素，尤其是設施栽培缺乏雨水淋洗，。

農產品品質

農產品品質的定義因產品種類不同而異，一般而言包括產品的大小、外觀、氣味、食味及礦物質含量，以及其所含特定成分的高低。例如：水果之糖、酸度及維生素 C 等，蔬菜之維生素 C 及硝酸態氮含量，產糖或產油作物之糖及脂肪含量，保健作物的保健成分等，儲藏性及加工的品質。宋勳等（1991）亦指出判定稻米品質的項目有（1）碾米品質：包括糙米率、白米率及完整米率，其值愈高愈好。（2）白米外觀：包括透明度及心腹白，其值愈低愈好。（3）食用與烹調品質：直鏈澱粉及粗蛋白質含量愈低，凝膠展延性愈高。以上性質均會受栽培與營養管理的影響。邱建忠（2003）指出肥料爲作物生長所必需，施肥不僅會改變植物營養成分，亦可能影響作物的物理性狀和二次代謝產物的合成，進而影響作物病害之發生、傳播及族群發展。因此施肥應一併考慮病害防治，方能達到增產及提昇品質的目的。

一、營養與產品品質

(一) 氮營養

氮缺乏時植株葉片由下而上枯萎，植株生長不良（王銀波，1985；連深，1981）。缺氮影響產品品質，例如產品中蛋白質含量下降，維生素和必需胺基酸含量也都降低（何念祖及孟賜福，1987）。氮肥增加，可使洋蔥鱗莖內氮含量增加，澱粉及還原糖減少，硬度下降。貯藏期間易造成腐敗及萌芽之現象（郭孚燿，1982）。甜菜接近收穫期時，施高量氮肥，則其根部糖含量降低，而氨基化合物及無機元素含量較高（Forster, 1970）。柑橘氮肥過多，果皮厚、糖度低，著色延遲，不耐貯藏（張淑賢，1993）。

(二) 磷營養

磷缺乏時水稻和小麥的分櫱數減少、穗小粒少，空殼率高。玉米穗頂子粒不稔。油菜籽粒不飽滿，搾油率低。（何念祖及孟賜福，1987）。磷過多則減少作物對鋅、鐵、錳和矽的吸收，影響產量及品質。水稻抽穗不整齊，空殼率提高。豆科作物籽粒

蛋白質含量降低。葉用蔬菜纖維增多。煙草的燃燒性變差（何念祖及孟賜福，1987）。Pätzold 及 Dambroth（1964）報告亦提出磷肥施用量高，可減少馬鈴薯塊莖機械傷害率。製成麥芽之大麥，需蛋白質含量低及澱粉含量高。高量磷、鉀肥的供應可提高品質，氮肥過高則品質降低（Schildbach, 1972）。

（三）鉀營養

鉀缺乏時葉片葉尖和邊緣先是變黃，進而變褐，漸次枯萎，並在葉片上出現褐色斑點，許多斑點連接而成斑塊（何念祖及孟賜福，1987）。鳳梨、香蕉及甘藍嚴重時有壞疽現象（王銀波，1985）。水稻葉面會出現胡麻葉斑病的病斑（連，1981）。另外，鉀缺乏時小麥易感染根腐病，麥穗發育差。玉米果穗頂部子粒不稔，植株易倒伏（何念祖及孟賜福，1987）。Penningsfeld and Kurzman（1966/67）報導鉀及磷肥供應不足，導致蘋果、梨、梅、櫻桃及葡萄，糖度和酸度降低，口感差。

故鉀營養對產品影響甚大，前人之報告尚有：鉀肥施用量高，則檸檬酸、嵌合鐵及氯原酸含量高（Macklon and Dekock, ,1967），減少馬鈴薯塊莖黑化症（Mulder,1956；Vertregt,1968）。高量鉀肥供應，增加甜菜根糖含量（Trocmé and Barbier, 1966），樹薯高量鉀肥供應，澱粉含量增加，且有毒氰化物含量降低（Obigbesa, 1973）。Primost（1968）、Schäfer 和 Siebold（1972）亦報導栽培小麥足量鉀素及後期氮素的供應，對烘焙品質的提昇是有益的。

增加鉀肥的用量，蕃茄及胡蘿蔔之維他命 C 含量增加（Scharrer and Werner, 1957），但高氮肥施用則導致負效應（Penningsfeld and Forchthammer , 1961）。

（四）鈣、鎂營養

鈣缺乏時生長停滯，幼葉捲曲，發黃逐漸壞死，乾枯，嚴重影響生長及品質。豆科植物根瘤形成受抑制，果實易腐爛，莢果空殼。落花生空莢等（王銀波，1985；連深，1981）。何念祖及孟賜福（1987）亦指出作物缺鈣引起之疾病有：蘋果之苦

陷病，芹菜之黑心病和莖裂病，辣椒、蕃茄之蒂腐病，草莓、甘藍、萵苣之焦葉病，馬鈴薯之塊莖上附生小塊莖及亞麻頂部凋萎。鎂缺乏則導致葉綠素形成受阻，葉片光合作用降低，光合成產物明顯不足，嚴重影響產品產量及品質。

（五）微量元素營養

鐵缺乏時造成番茄頂部葉片葉脈間黃化，最後葉片由黃色、乳白色變成漂白色至壞死，果實呈現綠色，果實成熟時爲橙色而非紅色（何念祖及孟賜福，1987）。錳缺乏症狀有葉片呈現污染的顏色，葉緣黃化或出現褐色斑點。燕麥灰斑病下葉葉脈間灰色斑點，甜菜黃斑病、豌豆濕地病均是（王銀波，1985）。豌豆、蠶豆、蔓菜豆、四季豆，成熟時，種子會出現壞死，並在子葉內表面出現凹陷處。豌豆的染斑病、燕麥灰斑病、甜菜黃斑病亦屬之（何念祖及孟賜福，1987）。

錳過剩造成蘋果葉片表皮凸出，俗稱象皮病。溫州蜜柑，葉綠褐色斑點出現，嚴重時，葉片由葉端與葉柄連接處在不應落葉的時間脫落，俗稱異常落葉。水稻錳過多症狀爲初期分蘗延遲，部分出現褐變（王銀波，1985）。銅缺乏造成穀類作物抽穗少，結實不良。蠶豆生長點死亡，花不育、不結籽。蘋果、柑桔、桃樹等，果實小而硬。菊花不開花或花期顯著延遲（何念祖及孟賜福，1987）。

銅過剩導致作物生長受到嚴重抑制，鐵的吸收減少，葉片黃化；根系生長受阻，側根和根毛數量減少（何念祖及孟賜福，1987）。

鋅缺乏症狀有落葉果樹之小葉病，柑橘之斑點病，玉米之白芽病等（王銀波，1985）。水稻的新葉基部失綠白化，葉型細小，有時心葉也白化，老葉出現失綠黃化或白化條紋，中肋兩邊生有褐色條斑。植株矮小，葉間距縮短，分蘗減少，根系細弱，白根少，抽穗延遲，甚至不抽穗（連深，1981；何念祖及孟賜福，1987）。鋅過剩影響洋蔥生長，超過 500 ppm 以上會發生在洋蔥球先端變粗變曲（王銀波，1985）。

鉬缺乏症狀，在果樹方面，柑桔類缺鉬會造成生理落果激烈，產量嚴重下降，果實的肥大或著色均不良，有時發生落果。甜橙及葡萄柚缺鉬形成黃斑病（何念祖及孟賜福，1987）。硼缺乏時，根之前端即頂芽生長點之伸長停止，進而枯死。續而側芽生長，不久先端亦枯死。植株變矮，葉叢生柄及莖微裂，不開花或開花不結果（即不稔性），根發育差，由縱切面觀之，其中心部分呈褐色，缺乏嚴重時，組織壞疽，並呈空洞。缺硼引起菜用甜菜的潰瘍病，及糖用甜菜的心腐病。果實不充實：如大、小麥空殼和不稔，油菜空莢，花生空果。

硼缺乏造成果實發育不良，如蘋果縮果病和乾斑病，柑桔硬果病。果實小而畸形，木質化，果汁少，如番茄、草莓、蘋果、楊梅等（何念祖及孟賜福，1987）。椪柑果實畸形、皮厚、果肉堅硬無汁，如石頭（張淑賢，1993）。另外；尚有葡萄、蘋果之縮果病、葡萄之不稔，油菜之不開花或開花不結果等（王銀波，1985）。反之；硼過剩導致大麥的葉片及葉鞘上發生褐色條斑。棉花之下部老葉出現褐斑，嚴重時斑塊連片，葉片枯萎脫離，甚至全株死亡（何念祖及孟賜福，1987）。

結語

國內作物需肥診斷服務實施情形以往已完成應用土壤速測進行水稻、玉米、甘蔗、花生、大豆等作物之磷、鉀需肥診斷試驗，推薦合理的施肥量。並於各試驗改良場所成立土壤速測站，服務農民，近年亦已完成果樹及茶樹等高經濟作物之土壤與葉片營養診斷技術的建立與應用服務。農業試驗所與各區農業改良場聯合成立土壤及作物營養診斷服務網，由各區農業改良場負責指導農民採送樣品及現場的施肥指導及複勘工作。並據以發展出之一套土壤及植體營養診斷與施肥推薦的電腦軟體，進行診斷施肥推薦之服務工作，針對我國主要經濟果樹：柑桔、葡萄、梨、桃、枇杷、楊桃、芒果、蓮霧、番荔枝及荔枝等十餘種，收集國內外之相關資料，指導農民施

行正確的採樣技術。並建立各種果樹之各種營養元素適宜濃度之暫行標準值，供以診斷各葉片要素濃度之豐缺程度。並據以診斷及推薦適宜合理的施肥。

土壤速測與植物營養診斷技術的應用，可顯著改進作物的合理化施肥技術，提升農產品的品質與產量，不但使得農民及消費者均得到直接的益處，也使我國農業更具競爭力，以因應加入 WTO 後，來自各國農產品之挑戰。此項工作的推展不僅使得作物栽培的肥培管理技術更加科學化合理化，更因而維護農地、作物及人類的健康，達到兼顧生產與生態維護，永續性農業發展的目標。今後應擴大宣導，鼓勵農民踴躍與農政單位配合，積極推展此項施肥診斷服務至各種重要經濟作物。

參考資料

1.王銀波。1985。植物營養學，23-53 頁。國立中興大學出版。台灣，台中。

2.王鐘和、林毓雯、黃維廷、張愛華。2001.12。永續農業專書第一輯(作物篇)－第三章－作物營養與土壤診斷技術。中華永續農業協會編印。p.104-117。

3.包伯度。1965。作物營養學，中國科學實業出版社出版。台灣，屏東。作物需肥診斷技術。1981。台灣省農業試驗所特刊第 13 號。

4.作物施肥手冊。1996。行政院農業委員會、臺灣省政府農林廳編印。

5.何念祖、孟賜福。1987。植物營養原理。上海科學技術出版社。p:407-429。

6.K.Mengel and E.A. Kirkby .1986.Principles of Plant Nutrition. Man Chang Book Co.

植物病原線蟲之生物防治

蔡東纂

國立中興大學植物病理學系

全世界的農業專家長久以來為了提昇作物品質及產量而努力不懈，然植物根系發展不良所造成的減產，始終是為達成增進作物生長效應(increase- growth response, IGR)目標的最大障礙。根據一項由75個國家，1330位線蟲學者參與之調查統計顯示，危害植物根群，嚴重影響養分吸收的植物寄生性線蟲，每年可造成全球主要作物 12.3%之損失，約值一千億美金。由於植物寄生性線蟲病害之發生是漸進式的，對多年生、單相栽培、專業區及高頻率栽植之作物，益形容易演變為可使產量降低 30 至 100%之連作障害。西尾氏有條理地分析日本521個作物忌地(soil sickness)，發現其中由植物線蟲引起者佔 15.9%。目前對作物線蟲病害的防治多依賴殺線蟲劑之施用，美國一年即須花費一億七仟二百萬美元。但是許多殺線蟲劑是致癌物質，可殘存於農產品中或汙染土壤及地下水。有鑒於此，美國環境保護署(U. S. Environmental Protect Agency)已積極檢討並禁止或限制使用殺線蟲劑。如1, 3- D 及得滅克(aldicarb)已被限制施用對象；加保扶(carbofuran)粒劑、二溴乙烷(EDB)及滴滴滅(vorlex)業遭禁用；即使全世界應用最多土壤及栽培介質燻蒸消毒的溴化甲烷(methyl bromide)亦將於公元二千年禁產禁用。因此，如何利用非化學防治方法提高土地生產力，維持動植物生態平衡和資源再利用，已成為現今大力倡導的永續農業(sustainable agriculture)努力的目標。在此前提下，利用現成基本資源，以生物防治的方式取代化學藥劑或降低其使用量，是植物保護之趨勢。早在1974年，Baker與Cook兩人即對植物病害生

物防治下一定義：「應用一種或更多的非人類病原生物來減少植物病原的數量或降低其致病活力。」其所強調的致病活力(disease- producing activity)包括植物病原的生長、侵染能力、病原性、病徵進展及繁殖等。而非人類病原生物則泛指動、植物及微生物等生物防治資源。就植物病原線蟲之生物防治而言，舉凡可直接捕捉線蟲，或令其致病或死亡，達到降低線蟲密度及其危害程度作用之生物，則統稱爲拮抗生物(antagonistic organisms)，其中包括病毒、細菌、立克次體(rickettsia)、渦蟲(turbellarian)、線蟲、原生動物(protozoa)、水熊(tardigrade)、 (mite)、跳蟲(collembola)、enchytraid、真菌及昆蟲等。Korry 氏統計 500 篇植物病原線蟲拮抗生物研究報告，其中 76%爲真菌，獵食性線蟲佔 7%，細菌佔 5%，其餘生物僅佔少數。諸如上述之線蟲拮抗生物，都具有作爲植物病原線蟲生物防治因子(biological control agents)之潛力。更廣義地說，若植物本體或其分泌物具有殺線蟲物質(nematicidal principles)，並足以影響線蟲的方向性(orientation)、行動、入侵、攝食及繁殖能力者；或土壤添加物經植物吸收後其根分泌物對線蟲有致毒或排斥性者，皆可作爲線蟲生物防治資材。

植物線蟲病害之生物防治於 1920 年即有報導，Cobb 氏將一些捕食性線蟲(predacious nematodes)加進甜菜田土中，用以防治甜菜包囊線蟲(*Heterodera schachtii* schmidt)；但 1927 年 Thorne 氏評估此項措施並無經濟效益。1938 年，Linford 等人發現添加腐熟的有機物於土壤中，有助於誘發線蟲天敵並增進其活動力，尤其是線蟲捕捉性真菌種類，從而降低夏威夷鳳梨田中根瘤線蟲之族群數量。1940 至 1960 年間，由於施用簡易且效果明顯的殺線蟲劑廣爲農業界所倚重，以致線蟲生物防治之研究爲之式微。1970 年代中期，有感於殺線蟲劑對環境生態之破壞及殘毒之虞，植物線蟲生物防治之研究於焉爲世界先進國家所重視。

植物病原線蟲生物防治與植物病原真菌、細菌等生物防治之作爲差異甚大。一般而言，成功且實際可行的線蟲病害生物防治研發過程需歷經四個步驟：一、尋求對線蟲具高度病原性，且爲根圈棲生性之線蟲拮抗(微)生物。二、初步試驗：於研究室內就該拮抗(微)生物進行形態、生理、生態及拮抗機制之瞭解。之後，於溫室中，針對該拮抗(微)生物對常見的耕地土壤特性(如質地、酸鹼度)之反應、棲生及殘存能力。並探討對不同寄生方式線蟲種類族群發展之抑制效果。三、配合目前農友常用且易取得之農工廢料或副產品，研發出提供拮抗(微)生物於土壤中建立族群有利條件之有機添加物配方，俾能兼顧肥料效果及農民施肥習慣，實際應用。四、田間試驗：依據研發而來之配方，以發酵技術，製成特定單位菌量之製劑，於罹患線蟲病害田間，進行施用效果評估。

尋找良好之線蟲拮抗生物

找尋到一種對防治對象具有高度拮抗能力，又兼具廣效性之拮抗性生物是生物防治研究者最大的心願。在長期田間調查分離過程中，以含養份之培養基的誘釣平板法，可自土壤中分離到大量的線蟲拮抗微生物，尤其以生長迅速，作用力表現明顯的線蟲捕捉性真菌爲最大宗，細菌次之，放射線菌最少。本省農友施用有機肥料時，多年生果樹以表施及穴施，一、二年生蔬果花卉則以拌土築畦爲主，其深度多在 30 公分以內。以離心法及自植物根部取出之行動遲緩、病變或死亡線蟲體中分離到之細菌仍以 *Pasteuria penetrans* 爲多，其他少數細菌對線蟲也有明顯之病原性，寄生對象以根瘤線蟲之雌蟲及二齡幼蟲居多。放射線菌於土壤中族群豐富，在所分離之 351 個菌株中，以 *Streptomyces* 屬最多，*Streptosporangium*、*Micromonospora*、*Kitasatoa* 及 *Micropolyspora* 屬次之。17 年前發現存在於柑桔根部之放射線菌，具寄生及破壞柑桔線蟲(*Tylenchulus semipenetrans*

Cobb.)卵之能力，後經證實其作用係 *Streptomyces* spp.分泌之 chitinase，分解線蟲卵殼中之幾丁質層所導致，因此本研究所篩選之放射線菌乃以具分解幾丁質能力者爲主。於所蒐集之菌株中以來自新竹縣柑桔園地面蟬蛻之 *Streptomyces saraceticus* 之 4 個菌株最具分解幾丁質能力，自蝦蟹加工廠廢料堆積場獲得者次之。*Mononchus* sp.廣泛地存在於本省農地，於有機質含量高之土壤中常可發現高密度之族群。 類以大型捕植 [(*Amblyseius herbicolus* (Chant)]最常存在於土壤顆粒大，團力結構良好之土壤表層(0-5 公分)或草莓植株上，以取食線蟲卵爲生，於本研究三種線蟲誘釣法中，僅於誘釣包置於作物根基部時才被發現。

至目前爲止，全球各地可捕捉線蟲之壺菌、卵菌、結合菌、不完全菌、子囊菌及擔子菌等真菌約有 200 種，彼等真菌可寄生於線蟲的卵、幼蟲、成蟲、或胞囊上。

土壤中的靜菌因子(fungistatic factors)可抑制真菌孢子發芽。在加有養分的誘釣平板上發芽的孢子，有許多在土壤中是呈休眠狀態的。培養皿中綿密網狀的菌絲體，線蟲勢難不碰觸而避免其捕捉。相反的，在土壤中線蟲捕捉性真菌之分佈、生長及捕捉線蟲能力，必不如培養皿中之表現。換言之，其捕捉線蟲效用是藉助人爲條件，而並不符實際情況，所以在實驗室中花了鉅大的時間與勞力後，吾人仍必須重回盆砵土壤中之篩選工作。有鑑於此，本研究乃模擬自然環境設計出半密閉式的誘釣包，和全開放式的誘釣膠帶法。誘釣包之線蟲拮抗微生物分離率最高，且誘釣對象比另兩者多出獵食性線蟲及 類。而誘釣膠帶可發現較多放射線菌菌株。於培養皿上比較所分離的真菌及放射線菌等 4 種線蟲拮抗微生物的拮抗能力時，發現以誘釣膠帶法所分離者最高。此一結果充分顯示能於誘釣膠帶上發現的微生物本身已通過土壤中微生物競爭作用而表現其拮抗微生物角色，他日若施放於土壤中，其存活之機會必然較大。而且在膠帶上也能發揮線

蟲拮抗微生物之能力，足以說明其在自然界中應甚具有生物防治之潛力。數據顯示，本研究室所研發之誘釣膠帶法較沿用已久之誘釣平板法具有節省人力、時間及具有較高分離到有效之線蟲拮抗微生物機率之效用。

爲了瞭解所分離的線蟲拮抗微生物在土壤中生存能力、族群發展及作用方式，盆砵試驗是決定其能否作爲生物防治因子的通關測試。本研究室針對線蟲拮抗微生物與寄主作物近 3000 種之世界性植物病原線蟲－南方根瘤線蟲之族群關係，以感受性甚高之空心菜根部卵塊及土壤中二齡幼蟲數目爲評估指標，加以探討。盆砵內之土壤介質係採用本省農地最普遍之砂壤土，取其客觀、實際兼顧日後之實用性，有別於通常試驗用之砂或泥炭土，試驗結果顯示 *Pasteuria penetrans* 及 *Streptomyces saraceticus* 兩者對南方根瘤線蟲族群發展確實具有抑制作用。無論是在此線蟲已建立族群之土壤中或剛接種 *M. incognita* 之盆砵內，就此線蟲入侵根部所產生的卵塊數或卵孵化游移於土壤中之二齡幼蟲數量方面，皆明顯降低(表四及表五)。由此可知，此兩種線蟲拮抗微生物在南方根瘤線蟲對植物之危害兼具治療及預防效果。將來或可應用於廣大之多年生果樹及短期作物之南方根瘤線蟲病害防治上。反觀三種線蟲捕捉性真菌效果不彰，有可能是由於在土壤中未添加其所須之養分所致。*Mononchus* sp.之捕食性線蟲能力，於培養皿中觀察每天約 0-4 隻，雖有線蟲拮抗性之表現，但只能解釋爲食物鏈之角色，而無生物防治之潛力。

Pasteuria penetrans 雖能有效防止根瘤線蟲入侵寄主植物根部，但人工培養困難，加上對寄主線蟲種類專一性強，甚至對相同線蟲之寄生仍有地域性障礙存在，因而在線蟲生物防治上尙難發揮其功能。

其實，以危害植物根部病原線蟲之生物防治而言，大前提是該線蟲拮抗微生物嗜好存活於根圈環境。不論是將該拮抗微生物引進或使其增殖於根圈附近，無疑的都是對病原線

蟲的入侵植物根部形成無數的籬障。而根圈土壤中以細菌及放射線菌數量最大，以 R/S 值(根圈土壤菌數/非根圈土壤菌數)而論，在許多植物根系上兩種微生物差異不大。自根圈分離的放射線菌常在 10^4-10^7 之間，族群龐大，絕大多數爲 Streptomycetaceae 科，其中又以 *Streptomyces* 屬最普遍。本研究室於調查中多次發現 *Streptomyces* spp.族群座落於植物根部表面，尤其是在罹患植物病原線蟲之田園，顯係爲一良好之線蟲生物防治資材。

Streptomyces saraceticus 於土壤中族群之建立

有關植物線蟲生物防治之報告甚多，然迄今能通過田間測定，進而商品化的僅 4 項案例。菲律賓 Asiatic Technologies 公司以椰子殼爲基質調製出線蟲卵寄生菌－*Paecilomyces lilacinus* 之產品，於 60 個以上國家試用，效果好壞不一。法國也曾生產 *Arthrobotrys irregularis*(Royal 350) 及 *A. robusta*(Royal 300)兩種線蟲捕捉性真菌生物製劑，防治對象分別爲根瘤線蟲及洋菇線蟲(*Ditylenchus myceliophagus*)，但實用性不佳，仍有待進一步研究。美國 Uniroyal 公司推出線蟲內寄生真菌－*Drechmeria coniospora* 產品，惜不久即失去感染主要防治對象－根瘤線蟲之致病力；檢討其功虧一潰之原因，乃在於其爲了避免拮抗微生物在土壤中作用太慢，施用大量菌體(inundation)於土壤或介質中。卻疏忽了所加入拮抗微生物面臨的環境，如土壤性狀、酸鹼度、生存深度、養分需求及防治對象等客觀因素。本研究所採用之 *Streptomyces saraceticus* 曾委由食品工業發展研究所再鑑定無誤。其生理特性測試結果顯示於 36℃，酸鹼值 8.5 時生長最佳，嗜喜乳糖(lactose)爲碳素源，氮素源則以尿素(urea)、天冬醯銨酸(asparagine)及麩銨酸(glutamic acid)較適其生長。對此菌有基本生理認知後，如何結合土壤條件及利用便宜及容易取得之

農工業廢棄物或附產品作爲其營養源，俾能更廣泛爲農民所接受，即成爲本研究重點。

評估拮抗生物在土壤中對植物寄生性線蟲族群密度的影響是生物防治研究工作重要的一環，相關測試方法甚多，標準各異。然多數研究仍以寄生根部及游移於土壤中之線蟲族群數量爲判斷依據，各按其寄生方式而別，如內寄生固著性之根瘤線蟲通常以植物根部上之根瘤指數爲主，土壤中二齡幼蟲數爲輔；包囊線蟲之族群消長則以土壤中包囊、卵及二齡幼蟲數目爲準；半內寄生性之柑桔線蟲則以定量之根部上寄生之雌蟲及土壤中二齡幼蟲數計量。內寄生潛移性之根腐線蟲通常以定量根部內及土壤中之族群來衡量；而外寄生性之釘線蟲則僅以根圈土壤中之蟲口數來評定；也有不論線蟲之寄生方式，一概以定量土壤中線蟲數量爲評估生物防治效果之基準。

活動力足以感染植物根部之寄生性線蟲，不若土壤微生物可以於培養基平板上形成之菌落，計算其個體數。但是吾人若能使植物根系如同培養基平板之於細菌一般，讓線蟲的侵染能顯而易見的出現可資辨識的病徵，則將有助於研究之進行。然其關鍵在於找出對該線蟲具高感受性且於被感染後一個世代內根部即有明顯徵狀之植物。南方根腐線蟲在廣東檸檬根系上可造成清晰之壞疽斑，於入侵根部 30 天時，病斑仍呈單獨未融合狀，因而可作爲判定根部族群密度之標準。就根瘤線蟲而言，除了上述兩項要件外，植物尙須具有(1)根瘤在根系上粒粒分明地呈現，(2)卵塊易整體取得，(3)寄主植物無主根，營養根多，及(4)可於原接種處永續生長等四項條件。長久以來，根瘤線蟲的相關性研究多以蕃茄爲供試植物，包括根瘤線蟲的保存、繁殖、防治、及生態等探討；然蕃茄苗株於接種根瘤線蟲後常致衰弱而死亡，因此常須更新；且其根瘤並不單獨形成，而是有許多根瘤融合成大根瘤，包含於其中之卵塊中之卵亦不易完整取得。爲選擇一合適之供試

植物，根據前述條件，以歸餘法(method of residues)去除不合條件之對象；如供試線蟲之寄主植物可能有木本植物(喬木、灌木、蔓藤類)及草本植物(直立型、匐蔓型)等多種，而其中只有蔓藤類植物具有每節長根、生長速度快、根系多之特性；且草本植物又往往較木本植物無季節性生長差異，可供全年穩定性地培育線蟲。因此，吾人之考量焦點可集中在全年生匐蔓型草本植物。此類植物有茄科、瓜類、豆科、胡椒科、落葵科及旋花科等；經接種根瘤線蟲結果，僅旋花科植物如甘藷及空心菜之根系上根瘤成單一發展型式，根瘤不連結，且卵塊完全包裹於根部外膠囊中，便於取得及計數。旋花科植物可以盤繞方式生長於植砵中，每節長根，可永續栽培。由於甘藷有形成塊根之特性，不適於盆栽或試管中培養，空心菜則無此等顧慮。空心菜可生長於土壤中或水生環境，根系多，呈直線生長，長度可達一公尺以上，有充裕之根系來源作為線蟲之棲息孳生場所。其盆栽生長除不斷長出新芽外，更可將其莖部如盤索方式圈於盆砵中，使其莖節處長芽生根。由於空心菜根部皮層豐厚，有利於根瘤線蟲寄生；更令人滿意的是，其根瘤明顯而不融合，每隻線蟲所產卵塊各自分開，易於辨認及計量，且卵塊表露於根部外，以解剖刀可完整取下觀察其產卵次數及數目。因此，本研究室乃多以空心菜為供試植物。

S. saraceticus 在壤質砂土、砂質壤土及紅壤等三種台灣分佈廣泛之農地土壤中，族群發展有嗜鹼性之趨向。*S. saraceticus* 於接種 10^7cfu/ ml 高菌量情形下，可有效減少南方根瘤線蟲之卵塊形成率，因而可降低其感染率；土壤中二齡幼蟲數也顯著降低。先前的研究，經掃描式電子顯微鏡及生理測定已證實 *S. saraceticus* 對線蟲卵殼具有強大破壞力，可抑制卵之孵化，從而降低線蟲族群密度。若土壤中添加 0.2% (w/w)蝦蟹殼粉作為營養源，除了提昇其菌數外，更可發揮防治南方根瘤線蟲之功能，大幅增加空心菜之產量。自實驗數

據得知，*S. saraceticus* 在壤質砂土及砂質壤土中，對南方根瘤線蟲族群抑制與空心菜增產效果較紅壤中為佳。僅添加 0.2% (w/w)蝦蟹殼粉處理亦表現對 *M. incognita* 族群發展之負面影響。Spiegel 等人曾以富含幾丁質之蝦蟹殼粉作為土壤添加物，有效地防治 *Heterodera avenae* 及 *Tylenchulus semipenetrans*，此等防治效果乃由於土壤中分解幾丁質之微生物增加之故。Mittal 等人以 *Paecilomyces lilacinus* 寄生根瘤線蟲卵塊作為生物防治資材之報告中亦指出添加幾丁質可降低每公克蕃茄根系之根瘤數。前述試驗係以滅菌後之土壤為栽培介質，因此幾丁質降低南方根瘤線蟲感染力之作用也可能表示幾丁質本身具有抑制線蟲活性之能力。這也是美國 Igene 生物科技公司將「chitin-urea」作為植物寄生性線蟲防治劑之原因，但其作用機制至今仍然不明。

S. saraceticus 在壤質砂土、砂質壤土及紅壤中之分佈，以 5-15 公分深度土層有較高菌量，15-25 公分深度者次之。若添加 0.2%蝦蟹殼粉於土壤中，60 天後，*S. saraceticus* 在三種土壤中的 5-25 公分土層之菌量至少仍可維持在每公克土壤 5.5×10^3cfu 以上。淺根性之蔬菜瓜果及花卉之根群應可涵蓋在保護範圍內，較深根性之果樹，如蘋果也有 67.5%之根系分佈於表土 30 公分以內，遑論枇杷、楊桃、桃、番石榴、柑桔、葡萄及木瓜等根系，將有更高比率在 *S. saraceticus* 族群活動區域中。是故，本研究室所採用之 *S. saraceticus* 若能存在於適宜生態環境及養份供給情況下對多數園藝作物之根部線蟲病害防治，必可大有作為。

基於蔓藤類植物普遍有很長的根系，如空心菜根系即常超過一公尺；因此，以塑膠管的設計作為測量 *S. saraceticus* 在土壤中不同深度之族群數量即對根瘤線蟲之影響是頗為合理的。Chao 等及 Sivan 等人曾分別以鋁管及塑膠管測量微生物在根圈之菌數；蔡東纂等人亦以較大直徑之波浪式塑膠管進行土壤燻蒸之實驗。其優點為可準確的採取特定深度之樣

品，也可以開窗戶方式，切取塑膠管片段做內部觀察，事後將塑膠片段歸回原位，並以膠帶貼妥即可，頗具實用性。

爲了配合農友施肥類型、降低農業資材成本，以本省常見之 14 種農工廢棄物或附產品作爲土壤添加物，篩選其中能增加 *S. saraceticus* 菌量，並實際能降低植物病原線蟲族群密度者，作爲土壤添加物之原料。本試驗發現蝦蟹殼粉、篦麻粕、黃豆粉、及糖蜜有助於 *S. saraceticus* 之增殖，又可降低供試四種線蟲之族群密度。但是對南方根腐線蟲蟲口數有負面影響的只有海草粉及蝦蟹殼粉的功效較明顯。

由 *S. saraceticus* 及有機添加物處理對 *Meloidogyne incognita*、*Tylenchulus semipenetrans*、*Pratylenchus coffeae* 及 *Paratylenchus curvitatus* 的存活影響測試中，可知接種 *S. saraceticus* 之處理僅對南方根腐線蟲無防治作用，尚須添加蝦蟹殼粉或海草粉方可收效。而單獨處理 *S. saraceticus* 對內寄生固著性、半內寄生及外寄生性之三種供試線蟲種類族群就可明顯地表現抑制功效。因此，未來若使用得宜，其適用對象應可包含多種植物病原性線蟲。

Castillo 以爲天然有機質土壤添加物可防治植物病原性線蟲及降低線蟲密度之原因有下列 5 點：(1)有機質添加物分解後之產物對線蟲有直接致毒性，(2)增加天敵數量，(3)改變線蟲與寄主之關係，(4)產生氨氣，(5)產生熱度。本研究室所測試之 14 種供試有機質材經發酵 30 天後其過濾液，對 *M. incognita* 二齡幼蟲有致死性的有篦麻粕、雞糞、及蝦蟹殼粉；有暫時麻痺作用的有鋸木屑、粗糠及豬糞，可降低卵塊及個別卵粒孵化率達顯著程度的僅篦麻粕一種。此發現與前人之相關研究結果吻合，如 Riegel 等人認爲雞糞之所以對線蟲有毒殺作用，乃由於氨氣之產生，與微生物並無明顯關連性。1959 年 Lear 即發現以篦麻粕作爲土壤添加物可防治 *Meloidogyne javanica* 及 *Heterodera schachtii*，後來 Rich 等人證實其所含之篦麻蛋白(ricin)對線蟲具有劇毒性。而蝦蟹殼

粉之添加除可促進土壤中幾丁質分解性微生物密度外，同時也產生對線蟲有毒害作用之氨氣。由試驗結果得知海草粉之添加在提高 *S. saraceticus* 菌量及對線蟲致毒性程度方面皆與多數供試有機質材相近，而抑制線蟲蟲口密度之功能僅次於蝦蟹殼粉；本研究證實其原因之一乃是添加海草粉植後 20 天之空心菜、柑桔及茶之幼苗根系分別對四種供試線蟲之誘引率大幅降低之故，其他因素則有待進一步探究。雖然海草中常被發現有溴酚(bromophenols)、單寧(tannins)、間苯三酚(phloroglucinol)及類 (terpenoids)等物質，最近的研究也指出紅藻(*Digenea simplex*)內含有細胞致毒劑－紅藻氨酸(kainic acid)，但其在土壤中對植物寄生性線蟲之作用，則尚未明確地瞭解。

基於添加有機物可以改良土壤性狀，又可配合 *S. saraceticus* 之應用而可收線蟲生物防治之效；符合農友栽培管理習慣又可免施用劇毒性殺線蟲劑後顧之慮，應能爲農民所接受。本研究室篩選出來對防治植物病原線蟲有效之蝦蟹殼粉、蓖麻粕、黃豆粉、海草粉及糖蜜等，在土壤中的添加量若超過 2% (w/w)可導致根系傷害。調製之混合比例更應注意碳氮比；C/N 低將因銨態氮之大量產生，影響微生物之增殖，且易致植物肥傷，太高則防治線蟲功能下降，最好之 C/N 範圍在 14-20 之間。以有機質肥料標準添加量之 0.5% (w/w)計量，盆栽試驗收效良好之 0.2% (w/w)蝦蟹殼粉及 0.2% (w/w)蓖麻粕，加上較低量之 0.05% (w/w)海草粉，以 0.025% (w/w)之黃豆粉和糖蜜調合 C/N 相對量，於是組合成以 40%(w/w)蝦蟹殼粉、40%蓖麻粕、5%黃豆粉、10%海草粉及 5%糖蜜調和之混合物，以其作爲往後相關試驗之測試材料；本組合物經測定其 C/N 爲 18.2±0.2。*S. saraceticus* 以培養基於 24℃，一星期後測得平均菌量達 6.7×10^7，作爲有機添加物量產之 *S. saraceticus* 接種源。

本配方之混合物暫稱之爲 LT(Lively Tiller)，俾易於記事。

本試驗使用之 LT 有機添加物配方

Components of the LT organic amendments used in this study.

Component		Percentage (w/w)
Shrimp/crab shell powder	蝦蟹殼粉	40
Castor pomace	篦麻粕	40
Marine algae powder	海草粉	10
Soybean meal	黃豆粉	5
Molasses	糖蜜	5

LT 有機混合物在植物寄生性線蟲病害防治上之應用

一連串的試驗之後，本研究室研發之含有約 10^7cfu 之 *Streptomyces saraceticus* LT 混合物(LT mixture，以下稱 LT-M)，將於溫室及田間試驗中，評估其對植物病原線蟲生物防治之效果與對植物生長之影響。

施用 LT-M 與殺線蟲劑防治金香葡萄根瘤線蟲病之效果

金香葡萄根瘤線蟲病之防治，由田間試驗結果得知，LT-M 之施用量，每公頃爲 2000 公斤者在夏、冬兩果期之根瘤指數及罹病指數均較 1000 公斤用量爲低。與 3%加保扶粒劑處理相較之下雖稍有差異，但比對照組之根瘤指數及罹病指數，在夏、冬二果期分別降低 47.5、67.8 和 42.8、69.5%。

施用每公頃 2000 公斤量之 LT-M 處理，在本試驗中對金香葡萄結果枝長度、果穗重及甜度上均獲得最佳效果。尤其在冬果期，果穗重及甜度較施用 3%加保扶粒劑處理者平均高

出49公克及2.1度。產量方面，每公頃施用2000公斤LT-M處理者，在夏、冬兩果期較對照者之平均果穗重，分別高出57及76公克；品質上，甜度分別高出3.0及5.0度。

每公頃金香葡萄園分別施用500、1000、2000公斤量之LT-M與60公斤3%加保扶粒劑，第一年土壤中之根瘤線蟲二齡幼蟲密度以施用加保扶處理者最低。處理LT-M每公頃2000公斤及1000公斤者，於第二年時，根瘤線蟲之二齡幼蟲數目即低於施用加保扶粒劑者，且較第一年施用之效果理想。

LT-M對柑桔線蟲、南方根腐線蟲族群發展之影響

對柑桔線蟲及南方根腐線蟲之防治，於盆缽試驗中以10%芬滅松粒劑效果顯著地(P=0.05)最好。施用LT-M亦可分別降低柑桔苗根系上之柑桔線蟲及土壤中之二齡幼蟲數分別達93.8及94.1%，同時亦促進苗株生長達58.3%。處理LT-M對南方根腐線蟲之防治效果較柑桔線蟲差，依序分別只減低感染率及土壤中線蟲數50.0及63.3%，與增產25.3%。

自全年柑桔園根圈土壤調查結果得知，施用LT-M與10%得滅克、10%普伏松及10%芬滅松粒劑對柑桔線蟲族群之影響頗為相近。與對照組相較，其主要作用係將柑桔線蟲抑制在全年之最低密度狀態，而達到防治柑桔線蟲之目的。

10%芬滅松粒劑在田間防治柑桔園根腐線蟲的效果，較10%得滅克及10%普伏松粒劑為佳。處理LT-M對降低根腐線蟲二齡幼蟲的效用，僅稍優於10%普伏松粒劑。本試驗所有處理可將根腐線蟲族群密度抑制至對照之1/3左右。

施用 LT-M 對非洲菊根瘤線蟲族群之影響

田間防治非洲菊根瘤線蟲病害之成效以 LT-M 處理者優於 3%加保扶粒劑，與對照組相較，可降低土壤中根瘤線蟲二齡幼蟲數及根瘤數，分別達 80.4 及 82.5%。

LT-M 對南方根瘤線蟲族群發展之影響

將 LT-M 及 3%加保扶粒劑以土壤混拌方式施用，於盆砵中 LT-M 可降低土壤中南方根瘤線蟲之二齡幼蟲數及根系上之根瘤數，依序分別達 65.7 及 79.9%，優於處理 3%加保扶粒劑的 58.5 及 78.0%。兩處理對苦瓜苗株之生長皆有顯著地(P=0.05)促進作用。

於植前將每公頃 2000 公斤施用量之 LT-M 及 60 公斤之 3%加保扶粒劑混拌入田土，其防治苦瓜根瘤線蟲病之效果，顯示 LT-M 處理者雖與處理加保扶者無顯著地(P=0.05)差異，但仍略優於處理 3%加保扶粒劑者。

結論

植物病原線蟲生物防治發展迄今，多著眼於微生物對線蟲體、卵之寄生或捕捉性真菌之拮抗作用；繼之，由於線蟲絕對寄生菌 *Pasteuria pentrans* 對線蟲高度感染力被發現後，又興起一股研究熱潮，然其寄主專一性及培養不易兩大難題，仍是實用上尚待克服之障礙。而性喜生存於根圈，且曾被偵測到有些種類可分泌高於化學殺線蟲劑 10 至 30 倍毒性物質-avermectins 之 *Streptomyces* spp.則於近十年內始被注意。1984 年筆者自柑桔園根圈、根　、根粉介殼蟲及蟬蛻上分離到不少對幾丁質有強力分解能力之 *Streptomyces* spp.，並於 1992 年經台大吳文希教授引介與美國麻州大學 Bert M. Zuckerman 教授充分交換研究心得後，益覺得 *Streptomyces*

spp.在線蟲生物防治上潛力雄厚。之後，Zuckerman 氏並與 Dicklow 等人發現所分離之 *Streptomyces* spp.可分泌某些抗線蟲，分子量高達 6000 之蛋白質，可有效抑制 *Meloidogyne incognita*、*Rotylenchus reniformis* 在蕃茄及甜椒上之族群發展，且可降低 *Pratylenchus penetrans* 對草莓之危害。而 *Caenorhabditis elegans* 之產卵數也因其寄生而降至 55%。經測定本研究之 *Streptomyces saraceticus* 在液體培養第三天時，產生 endochitinase，而且 endochitinase 之產生量可達最高，分子量則高為 34564(未發表)。因此，在接種 *S. saraceticus* 四天時即可發現線蟲卵遭受破壞之情形

通常線蟲生物防治之天敵來源，多依靠誘釣平板法(Drechsler's soil sprinkle technique)、柏門氏漏斗法(Baermann funnel technique)、區分式離心法(Differential centrifugation technique)及直接分離自線蟲體等分離方式。上述方法以分離捕捉或寄生線蟲卵、蟲體之真菌與細菌為主要目的。本研究所研發之誘釣包可將蒐集之天敵生物範圍伸展至昆蟲及獵食性線蟲，而塑膠帶誘釣法可快速、有效地分離出具競爭能力之拮抗微生物，在生物防治工作上可縮減不少人力及時間，更可直接利用此法偵測其作用情況。

利用天敵微生物作為線蟲生物防治因子之應用，主要關鍵在於如何在根圈土壤中使該天敵微生物大量增殖。因而添加有機物質直接或間接提昇線蟲生物防治效果，也是研究之焦點。農工廢棄物及附產品中，大抵分為動物類：骨粉、血粉、蝦蟹殼等；及植物類：粕類、豆粉、海草粉、糠、種殼、木屑、菇糞、糖蜜等。一般而言，如含有酚化物(phenols)及單寧(tanins)成份之植物質材，對線蟲皆有毒殺作用。如苦楝種子中之 limonoids，已知為殺蟲劑 azadirachtin 之主成份，可降低南方根瘤線蟲卵孵化率及毒殺二齡幼蟲。篦麻子成份中之 ricin 也是高毒性蛋白質，對南方根瘤線蟲有致毒性。此外動物糞便、蝦蟹殼粉、粕類及鋸木屑等皆可於發酵過程中

產生氨及亞硝酸鹽類物質，對植物病原線蟲亦有殺傷力。本研究將可分泌 chitinase 之幾丁質分解性放射線菌(*S. saraceticus*)配合具有毒殺線蟲、降低根部對線蟲誘引率之篦麻粕、海草粉，加上促進 *S. saraceticus* 增殖之蝦蟹殼粉，以黃豆粉與糖蜜調整其碳氮比至 18，以發揮防治線蟲之功能。此外，黃豆粉及糖蜜之類的碳素源能有效防止由於氨氣造成植物根系之毒害，且對植物生長有所助益。研究線蟲生物防治學者，往往太自信於天敵生物之能力，或以較昂貴之氨、碳素源成品爲液體培養基，而忽略了在實用上農業資材的配合需適合農友施肥習性及常用肥料種類。本研究爲了降低農友成本，更希望有肥料及生物防治兩種功能兼顧的情況下，方自本省最易取得的農工廢棄物及附產品中去篩選，其來有自。

LT-M 對植物根部寄生性線蟲之防治，很顯然的，其效果以外寄生性者(如釘線蟲)最佳，依序爲半內寄生(如柑桔線蟲)、內寄生固著性(根瘤線蟲)及內寄生潛移性者(如根腐線蟲)。究其原因，可能在與 LT-M 作用之機率，如釘線蟲產卵於根系外，易爲 LT-M 中之 *S. saraceticus* 分泌的幾丁酵素作用，而根腐線蟲之卵多存在於根部內，因而不易被破壞之故。於柑桔寄生性線蟲防治試驗中，也不難發覺 LT-M 對抑制柑桔線蟲之效果優於防治根腐線蟲之效果。

以土壤混拌法施用 LT-M 對根瘤線蟲之防治，在非洲菊及苦瓜試驗中，清楚可知較 3%加保扶粒劑爲佳，其原因主要是 LT-M 在混拌土壤之 7 天中，已可使 *S. saraceticus* 大量增殖，其累積之幾丁酵素也足可破壞土壤中之線蟲卵粒。此外，LT-M 中對線蟲之有效防治成份亦能逐漸釋出，而進行其抑制線蟲功能。

自連續兩年於葡萄園中施用 LT-M 之根瘤線蟲族群消長看來，其對降低根瘤線蟲族群密度效果有累積漸進之作用。

第二年施用 LT-M 有助於使前一年土壤中 *S. saraceticus* 獲得再度增殖的機會，達到防治根瘤線蟲之效果。

柑桔植株罹患線蟲病害而導致衰弱，施用殺線蟲劑後，往往須 2 至 3 年的時間方能漸漸使之恢復健康；但施用 LT-M 於柑桔慢性衰弱病株後四個月內，即可看到樹勢明顯旺盛情形。此乃因為 LT-M 之效用一則可降低線蟲之危害，二則可提供給根系充裕養分以促進生長，植株於獲得養分補給後，旋即恢復生機。此即中國傳統之「療補」道理。是故 LT-M 施用於葡萄、非洲菊及苦瓜栽植上，均具促進植株生育功效，並可提高葡萄甜度，此等作用結果和對照組相較均頗為明顯。

Dicklow 等人發現其所分離之 *Streptomyces* spp.除了對 *Meloidogyne incognita*、*Rotylenchus reniformis* 及 *Pratylenchus penetrans* 有防治效果外，也表現出對 *Rhizoctonia solani* 之抑菌能力(antifungal activity)。本研究所供試之 *Streptomyces saraceticus* 菌株，經證實後也對 *Fusarium oxysporium*、*Collectotrichum* spp.、*Botrytis cinerea*、*Pythium aphani-dermatum*、*Alternaria brassicicola* 及 *Rhizoctonia solani* 等有抑制生長之情事(未發表)。其未來發展之潛力仍不可限量。

忌避作物之應用

王錦堂　黃政華

財團法人國際美育自然生態基金會

摘要

忌避作物之應用爲自然農法栽培技術之一，但易被忽略。前人研究顯示，適當應用忌避作物於栽培環境，可減少病蟲害之發生或促進作物之生長，例如某些唇形科、菊科、石蒜科、繖形科及其他數種忌避作物。忌避作物易於農地生長，並可有效、持續地將危害當地作物之害蟲及病原菌驅除或消滅。選擇栽種的主作物之後，則可選擇適合併作、間作或混作的忌避作物及共榮作物，但需避免選擇相剋作物。經適當組合作物別後，可發揮較大的忌避效應，並可促進作物生長及節省生產成本之效。忌避作物之應用爲有機農業經營上相當重要的觀念及技術之一，易達到栽培過程不施用化學藥劑之規範，進而朝向永續經營有機農業之目標。

關鍵詞：有機農業，忌避作物，共榮作物，相剋作物。

前言

忌避作物之應用爲有機農業栽培技術的策略之一，除可減少病蟲害之發生及節省生產成本之外，並可美化有機農園，賦予個人及參訪者另一種賞心悅目之感。忌避植物較不易感病，且含有抗病或驅蟲成份，據此吾人乃利用其具有持續抗病蟲害之特性，以其生鮮植體混植或併作於主作物處。亦即將忌避植物與主作物種植在同一個洞穴處。有些忌避植物亦可利用於間作或輪作，但需依據忌避植物及主作物而定。忌避植物可於主作物生長期間釋放出殺病或除滅害蟲之化學物質，以達到忌避效益。然而，忌避物質種類及其含量對主作物忌避效益之間的關係則需進一步研究，但無人應避免選擇危害主作或影響其生長之忌避植物。有機農業爲重視生態、生產、生活之產業，與其說經營有機農業可發大財，倒不如說有機農業可帶給農友健康快樂的人生來的實際，此需以共存、共榮的理念經營有機農業。本文主要探討主作物混植蔥或韭菜以提高作物之抗病性、忌避植物種類與防除害蟲種類、忌避植物應用於作物害蟲管理、及主作物種類與其共榮、忌避及相剋作物之關係。適當參考本文資料後，配合當地的栽培環境，經實際試驗、紀錄檢討後，可規劃適合當地不同主作物的忌避植物種類。吾人應據實操作記錄，減少不必要的物質投入有機農業體系中，並增加循環利用，有害生物非以趕盡殺絕的方式管理，忌避植物之運用即爲此理念的實踐。

內容

一、主作物混植或併作忌避植物對作物抗病性之影響

(一)數種作物混植或併作蔥或韭菜時，可降低病害的發生(表一)

例如番茄(茄科)潰瘍病、半身萎凋病、及萎凋病。胡瓜(葫蘆科)的蔓割病及立枯病，茄子(茄科)的半身萎凋病，草莓(薔薇科)及蘿蔔(十字花科)的萎黃病，西瓜(葫蘆科)及匏瓜的蔓割病，菠菜(藜科)的萎凋病，蘆筍(百合科)、大豆(豆科)、百合(百合科)的立枯病，韭菜、洋蔥、及分蔥(石蒜科)與蒟蒻(天南星科)的乾腐病，東洋蘭、石斛蘭(蘭科)與仙人掌(仙人掌科)的腐敗病等。此外，罹患瘡痂病的蘋果樹(薔薇科)於枝幹根部近處併植石蒜科蝦夷蔥可達防治效果(粟田匡一)利用石蒜科忌避植物（包括蔬菜類及花草類種屬）的單一種或多種的混植併作，可提高主作物的抗病性，而減少病蟲害之發生。農友可自行選擇不同科或屬的忌避植物，屬類間採用單種或多種甚至混植不同科別以利比較其忌避效應，作爲日後較大面積栽培之參考。

表一、主作物混植或併作蔥或韭菜提高作物之抗病性(木嶋利男, 1996)
Table 1.The use of scallion or leek as the companion plant to enhance the host resistance.

主作物種類	病害種類
番茄（Tomato）茄科（Solanaceae）	潰瘍病（Bacterial canker） 半身萎凋病（Verticillium wilt） 萎凋病（Fusarium wilt）
胡瓜（Cucumber）葫蘆科（Cucurbitaceae）	蔓割病（Fusurium cucumerinum） 立枯病（Damping-off）
茄子（Eggplant）茄科（Solanaceae）	半身萎凋病（Verticillium wilt）
草莓（Strawberry）薔薇科（Rosaceae）	萎黃病（Fusarium yellow）
蘿蔔（Radish）十字花科（Cruciferae）	萎黃病（Fusarium yellow）
西瓜（Water melon）葫蘆科（Cucurbitaceae）	蔓割病（Fusarium cucumerinum）
匏瓜（Calabash）葫蘆科（Cucurbitaceae）	蔓割病（Fusarium cucumerinum）
菠菜（Spinach）藜科（Chenopodiaceae）	萎凋病（Fusarium wilt）
蘆筍（Asparagus）百合科（Liliaceae）	立枯病（Bacterial wilt）
百合（Lily）百合科（Liliaceae）	立枯病（Bacterial wilt）
大豆（Soybean）豆科（Leguminosae）	立枯病（Bacterial wilt）
韭菜（Leek）、洋蔥（Onion）、分蔥（Shallot）： 石蒜科（Amaryllidceae）	乾腐病（Dry rot）
蒟蒻（麻芋 Konjac）天南星科（Araceae）	乾腐病（Dry rot）
東洋蘭（Cymbidium）、石斛蘭（Dendrobium）： 蘭科（Orchidaceae）	腐敗病（Rot disease）
仙人掌（Cactus）仙人掌科（Cactceae）	腐敗病（Rot disease）

(二)蔥、韭菜等忌避作物的混植及併作栽培法

1.蔥、韭菜與西瓜的混植及併作栽培

西瓜與甜瓜的栽培在北海道共和町發跡而出名。後因連作障害而嚴重枯死，尤其由 *Fusarium* 引起的蔓割病最爲嚴重，雖可使用土壤消毒，但因成本、安全性問題，且只能暫時解決問題，故不久即停止使用。1986 年於楞木縣的試驗發現，匏瓜混植蔥可促進生長及降低根部病害之效應，相同的效應亦於西瓜及香瓜的栽培中發現。其栽培法爲蔥播種後 40 天移植於盆側，瓜苗則移植於盆中央，並於適期定植於本圃。剛開始時農友是半信半疑，至今蔥的混植應用已相當普及。惟蔥的混植不但在瓜類根部，其蔓藤先端亦應種植才可完全根絕病害。(高橋敏幸)

2.蔥、韭菜混植防治病菌

蔥、韭菜等蔥屬（包括大蒜、分蔥等）均含有多量硫黃化合物，因這些化合物使蔥屬間帶有強烈的異臭，且具有抗菌作用。同樣地如萬壽菊亦是，萬壽菊的根會分泌含硫黃化合物而可驅除線蟲。蔥、韭菜與主作物併作，使兩者根系相互接觸，以達忌避效益。

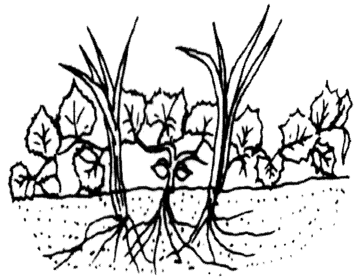
3.蔥、韭菜混植種植法

番茄的根系較深，以混植韭菜爲宜(圖一)，定植時番茄的根需置於韭菜的根上(圖二)，又因番茄任何一個根感染 *Fusarium* 即會引起枯死，故畦上亦需種植韭菜以防半身萎凋病等(圖三)。淺根而廣伸的作物，例如香瓜、西瓜、南瓜等較宜與蔥混作(圖四)，草莓以 1 株母株併植 1 支蔥爲宜，已伸長蔓莖的母株則併植 2 支蔥(圖五)，以撒播種植之作物則每隔 30 公分縱橫各種 1 支蔥苗爲宜(圖六)(木島利男)。

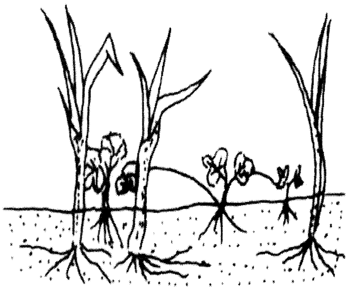
圖一、番茄與韭菜盆植

圖二、番茄與韭菜定植

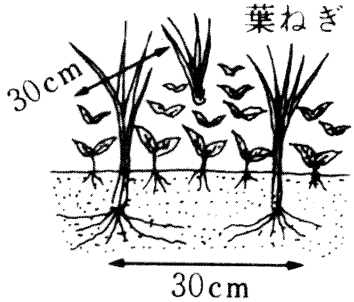
圖三、畦間種植韭菜



圖四、瓜類與蔥併植



圖五、草莓與蔥併植



圖六、撒播之作物與蔥併植方法

二、忌避植物種類與防除之害蟲種類

(一)忌避植物種類

忌避植物之品種特性、氣候因素、土壤條件、生長環境及適應性等之不同對防除害蟲種類亦有差異，當在不同主作物及多種不同科別之忌避作物混植、併作、間作、輪作情形下，不同害蟲的族群會隨著時間而變化，並可能影響整個害蟲的生殖消長及忌避效應。表二列出數種不同科別及種類的忌避植物與可防除之害蟲種類，可作為農家規畫組合作物管理之策略。表二中左側列舉唇形科(Libiatate)之忌避植物有九層塔(羅勃)、貓薄荷(荊芥)、牛膝草(柳薄荷)、甜薄荷(類薄荷)、西洋薄荷、歐洲薄荷、迷迭香、荷蘭薄荷(綠薄荷)、鼠尾草、立麝香草(百里香)及夏香薄荷(木劍薄荷)等11種。菊科(Compositae)的有萬壽菊、白花除蟲菊、歐洲苦艾草、艾草菊、苦艾草、百日菊、大麗花、金盞花、波羅門參、棉杉菊等 10 種。石蒜科（Amaryllidaceae）則有蝦夷蔥、大蒜、孤挺花(百枝蓮)、洋蔥等 4 種。繖形科（Umbelliferae）亦有胡蘿蔔、胡荽、茴香、香芹菜、時羅(蒔草)等 5 種。以上共 4 科列有 30 種，缺乏有力佐證文獻之忌避植物則未列於表中。

茲將表二中各忌避植物種類可驅除之害蟲種類列出於其右側提供應用。例如唇形科之九層塔(Basil)在表中右側列出可防除之作物害蟲種類計有瓜葉蟲、雀蛾幼蟲、蠅類、及蚊蟲。之下如菊科的萬壽菊、石蒜科的蝦夷蔥及繖形科的胡蘿蔔等亦可由表中右側得知可防除之害蟲。

一些未列於表中之忌避植物，亦有其忌避效應，例如紫草科(Boraginaceae)的琉璃苣(Borage)可驅除番茄夜蛾及雀蛾幼蟲；十字花科(Cruciferae)的洋山葵(Horse radish)可驅除番茄夜蛾；茄科(Solanaceae)的辣椒(Hotpepper)可驅除蚜蟲與茄科矮牽牛(petunia)可驅除蚜蟲及種蠅(Seed-corm maggot)。金蓮花科(Tropaeolaceae)的金蓮花

(Garden Nesturtium)可驅除蚜蟲、溫室粉蝨(White fiy)果樹粉蝨、及南瓜椿象(Cabbage bug)。抛牛兒科的白花天竺葵(White geranium)可驅除葉蟬(浮塵子,Leafhoppers)及誘引豆金龜子（Japanese beetle)。豆科（Leguminosae）的太陽麻(Crotalaria)對甘藷根瘤線蟲(Southern root-knot nematode）與野豌豆(Hairy vetch)對切根蟲(Black worm)及斜紋夜盜蟲(Tabacco catworm)等均有忌避作用。以上列有的忌避作物請按照主作物的共榮，忌避與相剋作用做交互考諒，以主觀及客觀立場規畫，適時、適地、適作，並以融和的態度順應自然進行。這些列出的忌避植物之應用引自國外資料，故某些試驗結果並不一定適合台灣本地，有待讀者行理性的分析及實際應用。

表二、忌避植物種類與受忌避作用之害蟲種類

Table 2. Some common repellent crops with their effective preventing insect pests

忌避植物	科別	忌避防治害蟲
九層塔 Basil	唇形科	瓜菜蟲、雀蛾幼蟲、蚜蟲、蠅、蚊
貓薄荷 Catnip	唇形科	蚜蟲、黃條葉蚤、豆金龜子、椿象、葉蟲、瓜葉蟲
牛膝草 Hyssop	唇形科	青蟲、紋白蝶、豆金龜子
甜薄荷 Marjoram	唇形科	蠅、老鼠
西洋薄荷 Peppermint	唇形科	椿象、蚜蟲、粉蝨、青蟲、葉蟲、紋白蝶、螞蟻
歐洲薄荷 Penny royal	唇形科	青蟲、紋白蝶、粉蝨、螞蟻、蚊
迷迭香 Rosemary	唇形科	姬金龜子、胡蘿蔔蠅、紋白蝶、夜盜蛾、燕尾蝶、蚊、棉蚜
荷蘭薄荷 Spearmint	唇形科	黃條葉蚤、蚜蟲、椿象、葉蟲、紋白蝶、蠅、螞蟻、老鼠
鼠尾草 Salvia	唇形科	種子蠅、青蟲、胡蘿蔔蠅、紋白蝶、蛾

百里香	Thyme	唇形科	青蟲、紋白蝶、粉蝨
夏香薄荷	Savory	唇形科	姬金龜子
萬壽菊	Marigold	菊科	蚜蟲、種子蠅、瓜葉蟲、姬金龜子、土壤線蟲、溫室粉蝨
白花除蟲菊	Pyrethrum	菊科	蚜蟲、夜盜蟲、切根蟲
歐洲苦艾草	Southern wood	菊科	紋白蝶、葉蟲、青蟲、蚜蟲、粉蝨、樹蛾、蚊
艾草菊	Tansy	菊科	豆金龜子、椿象、葉蟲、青蟲、蠅、樹蛾、螞蟻
苦文草	Wormwood	菊科	種子蠅、胡蘿蔔蠅、衣蛾、葉蟲、粉蝨、紋白蝶、蚜蟲、黃條葉蚤、螞蟻、蠅
百日菊	Zinnia	菊科	番茄夜蛾、瓜葉蟲、蚜蟲、瓜實蠅、誘引豆金龜子
大麗花	Dahlia	菊科	土壤線蟲
金盞花	Pot marigold	菊科	夜蛾、蘆筍長頸葉蟲
波羅門參	Salsify	菊科	胡蘿蔔蠅
棉杉菊	Santolina	菊科	蛾
蝦夷蔥	Chives	石蒜科	蚜蟲、豆金龜子、野兔
大蒜	Garlic	石蒜科	蚜蟲、種子蠅、食心蛾、青蟲、豆金龜子、樹皮下小透翅
孤挺花	Amaryllis	石蒜科	鼴鼠、老鼠、狗、貓
洋蔥	Onion	石蒜科	胡蘿蔔蠅
胡蘿蔔	Carrot	繖形科	洋蔥蠅
胡荽	Coriander	繖形科	蚜蟲、葉蟎、葉蟲、招蜂
茴香	Fennel	繖形科	蚜蟲
香芹菜	Parsley	繖形科	瓜葉蟲、招蜂
時羅	Dill	繖形科	青蟲、雀蛾幼蟲

陽川昌範(2004)、安食直亮等(1990)、鳥居雅思子(1998)

三、忌避植物應用於作物害蟲管理

在受忌避作用害蟲種類方面，於表三中的忌避植物種類唇形科如表三右側有牛膝草等六種作物對鱗翅目粉蝶科紋白蝶之害蟲有忌避作用。其次可驅除鱗翅目夜蛾科及粉蝶科之青蟲類忌避植物有牛膝草等五種。可驅除鞘翅目金花蟲科瓜葉菜類有九層塔等五種與可驅除雙翅目果蠅科、潛蠅科蠅類的計有九層塔等五種。可驅除同翅目蚜蟲科蚜蟲類的計有九層塔等五種忌避植物種類。可驅除鞘翅目金龜子科金龜子類計有牛膝草等四種忌避植物。又同翅目粉蝨科粉蝨類受西洋薄荷等。異翅目、緣椿象科椿象類受貓薄荷等及螞蟻類的西洋薄荷等共三種各均分別受三科忌避植物作用。而鱗翅目堣蛾科、菜蛾科蛾類受貓薄荷等、雙翅目蚊科蚊類受九層塔等及鼠類等受甜薄荷等共三類亦均分別受二種忌避作用。

菊科忌避植物對螟蛾科菜蛾科的蛾類、金花蟲科瓜葉菜類、果蠅科及潛蠅科果潛蠅、及蚜蟲科蚜蟲類等共四類分別各受五種忌避植物作用。在粉蝨科粉蝨類及線蟲類各受三種作用。夜蛾科粉蝶科青蟲類、粉蝶科紋白蝶類、金龜子科金龜子類、及螞蟻類共四類各受二種忌避作用。穀蛾科衣蛾類、蚊科蚊子類及緣椿象科椿象類共三類各受一種忌避植物作用。

在石蒜科忌避植物對金龜子、果潛蠅、野兔等三類均各有 2 種植物作用。在青蟲、蛾類、鼠類等 3 類各有 1 種植物作用。

在繖形科對瓜葉蟲、蚜蟲等 2 類各有 2 種作用。而青蟲、蛾類、果潛蠅等 3 類則各有 1 種忌避植物作用。

表三、忌避植物應用於作物害蟲管理
Table 3.Some common insect pests and their corresponding repellent crops

作物害蟲科類	忌避植物種類
1.夜盜蟲 army worm 鱗翅目夜蛾科	唇形科：迷迭香。菊科：白花除蟲菊
2.切根蟲 cutworm 鱗翅目夜蛾科	菊科：白花除蟲菊
3.青蟲 diamond backmoth 鱗翅目夜蛾科粉蝶科	唇形科：牛膝草、西洋薄荷、歐洲薄荷、鼠尾草、立麝香草。菊科：歐洲苦艾草、艾草菊。石蒜科：大蒜。繖形科：時蘿。
4.紋白蝶 cabbage worm 鱗翅目粉蝶科	唇形科：牛膝草、西洋薄荷、歐洲薄荷、荷蘭薄荷、鼠尾草、立麝香草。菊科：歐洲苦艾草、苦艾草。
5.蛾 moths 鱗翅目螟蛾科菜蛾科	唇形科：貓薄荷、鼠尾草。菊科：歐洲苦艾草、艾草菊、百日菊、金盞花、棉杉菊。石蒜科：大蒜。繖形科：時蘿。
6.衣蛾 clothes moth 鱗翅目穀蛾科	菊科：苦艾草。
7.黃條夜蚤 flea beetle 鞘翅目金花蟲科	唇形科：貓薄荷、荷蘭薄荷。菊科：苦艾草。
8.瓜葉蟲 leaf beetle 鞘翅目金花蟲科	唇形科：九層塔、貓薄荷、西洋薄荷、歐洲薄荷、荷蘭薄荷。菊科：萬壽菊、歐洲苦艾草、苦艾草、百日菊、金盞花。繖形科：胡荽、香芹菜。
9.金龜子 chater beetle 鞘翅目金龜子科	唇形科：牛膝草、貓薄荷、迷迭香、夏香薄荷。菊科：萬壽菊、百日菊。石蒜科：蝦夷蔥、大蒜。

10.潛蠅 miner maggot 雙翅目果蠅科潛蠅科	唇形科：九層塔、甜薄荷、迷迭香、荷蘭薄荷、鼠尾草。菊科：萬壽菊、艾草菊、苦艾草、百日菊、波羅門參。石蒜科：大蒜、洋蔥。繖形科：胡蘿菊。
11.蚊 mosguitoe 雙翅目蚊科	唇形科：九層塔、迷迭香。菊科：歐洲苦艾草。
12.蚜蟲 aphid 同翅目蚜蟲科	唇形科：九層塔、貓薄荷、西洋薄荷、迷迭香、荷蘭薄荷。菊科：萬壽菊、白花除蟲菊、歐洲苦艾草、苦艾草、百日菊。石蒜科：蝦夷蔥、大蒜。繖形科：胡荽、茴香。
13.粉蝨 white fly 同翅目粉蝨科	唇形科：西洋薄荷、歐洲薄荷、立麝香草。菊科：萬壽菊、苦艾草、歐洲苦艾草。
15. 椿象 weevil Bug 異翅目緣椿象科	唇形科：貓薄荷、西洋薄荷、荷蘭薄荷。菊科：艾草菊。
15.線蟲 nematoge	菊科：萬壽菊、大麗菊、金盞菊。
16.螞蟻 ants	唇形科：西洋薄荷、歐洲薄荷、荷蘭薄荷。 菊科：艾草菊、苦艾草。
17.鼠類 rat mole mice	唇形科：甜薄荷、荷蘭薄荷。石蒜科：孤挺花。
18.野兔 hare	石蒜科：蝦夷蔥、蔥類。

由表三可得知，爲害作物害蟲在昆蟲綱鱗翅目、鞘翅目、雙翅目、同翅目及異翅目 5 個分目及夜蛾科等 13 科內的忌避植物表中，若以青蟲類(鱗翅目夜蛾科及粉蝶科)爲例，即可以與主作物混植的忌避植物將有唇形科的牛膝草等 5 種、菊科的歐洲苦艾草等 2 種、石蒜科的大蒜及繖形科的時蘿各 1 種，應用於青蟲的忌避管理。主作物混植忌避

植物，可採用隨機組合，並考慮害蟲種類及周邊環境因子等採用認爲最有效應的種類應用爲要。若以蚜蟲類(同翅目蚜蟲科)爲害蟲對象，即可採行如表三之蚜蟲類而選擇唇形科的九層塔等5種、菊科萬壽菊等5種、石蒜科蝦夷蔥及大蒜、繖形科胡荽及茴香等並考慮蚜蟲種類及主作物等影響因素而選擇組合之。在管理方面就主作物、忌避植物及其有關肥培管理，昆蟲生態之適應性等作通盤性考量規畫組合，才能事半功倍發揮效果。茲略述鱗翅目、鞘翅目、雙翅目、同翅目及異翅目等有關特性生態等五個分目介紹如下以資加強瞭解管理。

(一) 鱗翅目(Lepidoptera)：口器爲虹吸型(Siphoning type)，複眼發達，觸角形狀不一，一般具四翅，體翅皆被鱗片，前翅較後翅較大形，但有少數無翅變態完全，幼蟲爲咀嚼口，本目包括所有之蝶蛾類，習慣上分爲蝶亞目(Rhopaiocera)及蛾亞目(Heterocera)但以（a）同脈亞目（Homoneura）（b）異胍亞目(Heteroneura）分類法較爲科學化。因而在（a）同胍亞目僅有蝙蝠蛾科及小翅蛾科等少數種類。而（b）異胍亞目則爲其他絕大多數之蝶蛾類屬於本亞目。表三內夜蛾科之夜盜蟲、切根蟲、青蟲與紋白蝶及螟蛾科、菜蛾科之蛾類均屬此亞目。另殼蛾科之夜蛾亦屬之，並要注意家蠶及天蠶之有用昆蟲亦屬此亞目。

(二) 鞘翅目（Coleoptera)：口器爲咀嚼型，成蟲體壁堅硬，故稱甲蟲（Beetle)，前胸大形能轉動，一般具四翅，前肢全體爲角革質，不用時左右二肢會於腹背之正中線，是稱翅鞘（Elytra)。後翅膜質，疊藏於翅鞘下方，但往往退化或缺如。變態完全，蛹爲裸蛹。可分爲二亞目，（a）肉食亞目（Aoephaga）包括班蝥科、步行蟲科、龍蝨科、鼓豆蟲科等。(b)雜食亞目(Polphaga)包括隱翅、異角、異節、鰓角、草食、象鼻等科佔鞘翅目之大部。

(三) 雙翅目（Diptera)：口器於刺吸或吮吸，前翅發達，後翅退化爲一對棍狀器官，是稱平均棍（Halteres)。亦有少數無翅者，如蛛蠅、蝨蠅等之若干種類。變態完全，幼蟲頭部極退化。口器僅留鉤狀體一對，無眼亦無腳，生活極爲不一。分屬於二亞目，

即（a）屬直裂亞目（Orohorrhapha）於成蟲羽化時，蛹殼由背面直裂，此再分為二類， 長角類（Nematocera）大蚊科、蚊科、搖蚊科、蚋科屬之。短角類（Brachycera）虻科、食蟲虻科、長吻虻科等屬之。而（b）原圓裂亞目（Cyclorrhopha）於成蟲羽化時，蛹殼自前端圓裂，再分為二類即苞角類（Athericera）、花虻科、家蠅科、果蠅科、寄生蠅等屬之。 蛹生類（Pupipara）蛛蠅科、蝨蠅科、蜜蜂蝨蠅科、蝙蝠科等屬之。

（四）同翅目（Homoptera）：口器為刺吸型，其口器構造與異翅目相仿，惟口吻生於頭下之後端伸於前基節之間。有翅種類，其前翅全部同質，四翅一般斜覆於體側。變態亦漸進，但介殼蟲之雄蟲等少數種類為完全變態。本目幾全部為植食性之害蟲。分二亞目（a）頸吻亞目（Auchnorrhyncha）有浮塵子科、白蟻蟲科、蟬科、吹沫蟲科、角蟬科等屬之。而（b）腹吻亞目（sternorrhyncha）有木蝨科、粉蝨科、蚜蟲科、介殼蟲科等屬之。

（五）異翅目（Heteroptera）：口器為刺吸型，位於頭部側之前方，其口吻基部不與前基節相接觸。有二亞目，（a）顯角亞目（Gymmocerata），有椿象科、緣椿象科、盲椿象科、星椿象科、食蟲椿象科、單配蟲科、床蝨科等等。（b）隱角亞目（Cryptccerata）。有田龜科、紅娘華科、松藻蟲科、金判蟲科、水蟲科等屬之。本文彙整之忌避植物包括有唇形科、菊科、石蒜科及繖形科等共四科計 30 種，內含有 22 種忌避作物害蟲、其中鱗翅目有夜蛾科、粉蝶科、螟蛾科。菜蛾科及殼蛾科等 5 科有一種忌避植物。鞘翅目有金花蟲科、金龜子科等 2 科種忌避植物，雙翅目有果蠅科、潛蠅科、蚊科等 3 種種忌避植物，同翅目有蚜蟲科、粉蝨科等 2 科。以上鱗翅目、鞘翅目、雙翅目為完全變態，其翅發育於體內，故亦統稱為內翅類（Endopterygota）。同翅目、異翅目皆漸進或不完全變態，換言之，其翅發育於體外，故稱為外翅類（Exopterygota）。（易希陶）

四、主作物種類與共榮、忌避、及相剋作物

由表四之主作物種類與其共榮、忌避、及相剋作物顯示主作物的栽培要考慮品種、地點、時期、氣候、土壤及其背景需要等之主客觀條件，再與肥培管理的配合，最後才進入有機農業栽培管理重點工作。由於有機農業栽培在作物栽培全期均不得使用農藥及化學肥料及一些禁止資材，故栽培計劃一定要事先妥善規劃，以免有不當操作產生。表四可供有機農戶依所種植之主作物種類而選定共榮作物及忌避作物，並計畫如何進行以求事半功倍的經濟經營模式。

茲舉例說明表四之應用，當擬定栽種主作物為十字花科之甘藍、芥藍、花椰菜或花菜苔的任何一種，可與大豆、菜豆、芹菜、萵苣、菠菜、胡瓜、番茄、馬鈴薯、洋蔥、火焰菜的任何一種或多種作為共榮作物，可以混作、間作、或併作方式種植。種植時可預留忌避作物種植的空間，上例可選擇之忌避作物計有貓薄荷、時羅、大蒜…鼠尾草、飛燕草等任何一種或多種，選擇適合當地當季土壤及氣候者種之，即適地適作，但不要混作相剋作物草莓、蔓性菜豆兩種作物以免影響主作物的生長，其他主作物可參考表中之資料，若共榮作物及忌避作物欄內無列入推荐作物時，即可自行選擇與主作物同科屬種類配合，在相剋作物欄內若無列入作物者，就不必考慮相剋問題。

表四、主作物種類與其共榮、忌避、及相剋作物
Table 4. Some crops with their effectively synergistic, repellent, and allelopathic crops

主作物種　類	共榮作物	忌避作物	相剋作物
甘藍、芥藍、花椰菜、花菜苔	大豆、菜豆、芹菜、萵苣、菠菜、胡瓜、番茄、馬鈴薯、洋蔥、火焰菜（藜科）	貓薄荷、時羅、大蒜、薄荷、牛膝草、甘菊、迷迭香、金蓮花、立麝香草、白花天竺葵、柑桔、鼠尾草、飛燕草	草莓、蔓性菜豆
芹菜	豆類、甘藍、番茄	大蒜、蝦夷蔥、金蓮花	
菠菜	甘藍、草莓、萵苣、豌豆、蘿蔔		
茴香			苦艾草
萵苣	甘藍、大蒜、菠菜、胡瓜、洋蔥、胡蘿蔔、香菜、草莓、蘿蔔	蝦夷蔥	
洋蔥、長蔥	甘藍、大蒜、萵苣、草莓、胡蘿蔔、番茄、辣椒	夏香薄荷、時羅、甘菊、菊、白花天竺葵	豆類
韭菜	辣椒		
豆類（矮性）	甘藍、芹菜、蘿蔔、胡蘿蔔、胡瓜、茄子、玉米、馬鈴薯、草莓、豌豆、花椰菜	萬壽菊、迷迭香、金蓮花、夏香薄荷、鼠尾草、矮牽牛、飛燕草、芥菜	大蒜、洋蔥、蔥、茴香、唐昌蒲、球莖甘藍

豆類（蔓性）	胡蘿蔔、玉米、豌豆	萬壽菊、迷迭香、金蓮花、夏香薄荷、鼠尾草、矮牽牛、飛燕草、芥菜	火焰菜（藜科）、甘藍、向日葵、蔥、洋蔥
豌豆	玉米、胡瓜、胡蘿蔔、蕪菁、蘿蔔、其他的豆	薄荷、蝦夷蔥	洋蔥、大蒜、唐昌蒲
南瓜	玉米、甜瓜	花薄荷、萬壽菊、金蓮花、琉璃苣	
胡瓜	菜豆、番茄、蘿蔔、玉米	甘菊、花薄荷、萬壽菊、金連花、艾草菊	鼠尾草
甜瓜	玉米、南瓜、蘿蔔	西洋高調味薄荷、牽牛花、萬壽菊、金蓮花	
蕪菁	豌豆		
球莖甘藍	洋蔥、火焰菜（藜科）、苦艾草	白花天竺葵	玉米、蔓性菜豆、茴香
蘿蔔	豆類、胡蘿蔔、萵苣、胡瓜、碗豆、菠菜、球莖甘藍、番茄	蝦夷蔥、金蓮花、山蘿蔔	牛膝草、薄荷
胡蘿蔔	豆類、萵苣、洋蔥、番茄、蘿蔔、豌豆、辣椒、亞麻	蝦夷蔥、鼠尾草、迷迭香、胡荽、苦艾草	時蘿
甘藷	芝麻		玉米
玉米	豆類、胡瓜、甜瓜、馬鈴薯、南瓜、豌豆、香芹菜	萬壽菊、牽牛花、白花天竺葵	番茄

馬鈴薯	豆類、甘藍、豌豆、亞麻	萬壽菊、金蓮花、洋山葵、立麝香草	番茄、胡瓜、南瓜、向日葵、紅刺莓、苹果、胡桃、松
番茄	蘆筍、胡蘿蔔、芹菜、胡瓜、蔥、大蒜、香芹菜、辣椒	萬壽菊、薄荷、蝦夷蔥、金盞花、鼠尾草、九層塔、琉璃苣、立麝香草、金蓮花	玉米、球莖甘藍、馬鈴薯、時羅、胡桃、茴香
辣椒	胡蘿蔔、茄子、蔥、洋蔥、番茄		
茄子	豆類、辣椒、甜椒	萬壽菊、立麝香草、洋山葵	
葡萄	大蒜	金蓮花、牛膝草、桑樹、蝦夷蔥、白花天竺葵、艾草菊	
桃子	大蒜	蝦夷蔥、金蓮花、艾草菊	
蘋果	大蒜	芹菜、蝦夷蔥、金蓮花、艾草菊	
草莓	豆類、萵苣、蔥、菠菜	立麝香草、鼠尾草、琉璃苣、除蟲菊	甘藍
玫瑰	大蒜	蝦夷蔥、芸香、大蒜、白花天竺葵、萬壽菊、艾草菊	

葉佈先、龍岡豊、栗田匡一、 鳥居雅思子

討論

忌避植物之應用於作物促進生長、減少病蟲害之發生、及美化環境之可行性均很高，尤其在有機農業經營更益顯重要。台灣位於亞熱帶，與溫帶、寒帶的有機農業經營體管理上頗不相同，尤其在病菌、昆蟲生態變化及消長情況更難以控制。據中國之漢方古典，神農本草經目錄，醫與農的分類所述段落略可供於忌避植物之應用，其引述藥用植物與生藥對忌避植物之功效利用。即我們都知道，從已往漢朝之前到現在，一直都比較喜歡看中醫，尤其是農家，當身體不舒服時都會去求救於大夫開漢方藥（約在中國的漢時代，民間的藥方即以生藥體系化，其所編的神農本草經目錄寫著關當時的醫術與生藥，或農業所使用的植物與礦物的書），現在講的漢方藥，也就是當時述說的生藥，而所謂的生藥者亦即是當時做爲藥所使用之植物的部位而言的。在當時的生藥有上藥、中藥、下藥等三種的分類。上藥者爲完全無毒性，近於營養食品者，如人參、菊、甘草、牛膝、茵陳蒿等，比較甘味強含高卡路里，可隨意開給任何患者吃而無副作用之慮者。中藥爲上藥與下藥的中間的生藥，即有如現在廣爲供風邪的葛根及女性做爲通血道用藥的芍藥等。下藥俱有功效，俱毒性強，使用法較難的生藥，副作用強，並利用場面上一邊要依賴調劑抑制毒性一邊進行使用的操作。其生藥有牽牛子、附子、射干、蜀椒、巴豆、藜蘆等。可依成分供爲醫藥品原料，惟利用時要慎重。在漢方，患者的訴述稱爲「証」，即用憑據指實其事爲如頭痛或下痢的症狀。對其「証」完全依照「漢方藥」來調合，但生藥的組合完全不用單體（單味）。是由於這「証」與「治療」的豐富經驗來完成現在漢方應用體系。對漢方而言，病是由病人所有之恆常性維持力的擾亂引起，在人體原持有的自然治癒力給予活力時這樣的亂象（病況），將自行修復而痊癒。也許可引導於忌避植物對防除病蟲害之應用。期望吾人多配更多種的忌避植物與主作物混植或併作，將不難推測、理會出同是植物體，一邊是提供於人體治療的生藥，另一邊則是香草類等忌避植物釋放植物鹼質（有機鹽基等）提供於主作物的生長維護。換言之，忌避植物的應用對有機農業

的經營管理上如同生藥對人體保健一樣的道理，此有待農家、讀者一齊來體會。

結語

有機農業賦予未來農業美麗的憧憬，因爲無論您是生產者，行銷業者、或是消費者，對台灣未來將成爲一個香格里拉更是一個美夢，希望由有機農業來帶動一切，因爲這是整體國家建設不可或缺的一部分。然而，農友不宜貿然投資大量資金及設施，需衡量自己經濟能力，以踏實之方式耐心經營。計畫進行前更應了解有機農業是一種良心事業，要確實遵守政府規定，並向有經驗的農友們多請教有關事宜，且實地參觀研習，另需與有關驗證單位請益，以免遭受困難及無爲的損失。忌避植物之應用又是其中的一顆小砂粒，但是建設的基盤分子，有它的存在必要。本文只是彙整報告，願有志者珍惜不要忽視，國內對此領域研究未臻完善，文中僅拋磚引玉幾個圖表，對於國內之忌避植物之應用有待進一步研究。

參考文獻

1.王錦堂。1991。果蔬作物有機栽培法及共榮作物的利用。台中區農業改良場有機栽培專刊。 1-9。
2.王錦堂。1993。永續農業之共榮作物栽培。永續農業研討會專輯。行政院農業委員會。127-139。
3.王錦堂。1998。有機農法中忌避作物的選擇與栽培。農業與生態平衡研討會專刊。行政院農業委員會。104-116。
4.木嶋利男。1996。ネギ、ニラ混植で町中が土壤消毒をやめた。植物エキスで防ぐ病氣と害蟲つくりと使い方。農文協。62-63。
5.吳淑芳。1996。香草效用栽培法。信宏出版社。73-217。
6.安食直亮等。1990。忌避植物の栽培。自然農法國際研究開發中心。

大仁農場年報。58-60。
7.高橋敏幸。1996。ネギ、ニラ混植で防げる病氣。植物エキスで防ぐ病氣と害蟲つくりと使い方。農文協。60-63。
8.栗田匡一。1976。ABC 順に配列した共榮關係。富民協會。21-168。
9.鳥居雅思子。1989。共榮植物、有益香草、草花。有機農業の事典。三省堂。56-60。
10.陽川昌範。2004。忌避作物と生育促進作用のあるハーブはスゴイ。現代農業 2004(5)：68-69。
11.龍岡豊(譯)。1980(葉佈先編 1976)。植物と他の植物で守る方法。有機農業法百科。39-49。

The use of repellent crops

Chin-Tang Wang and Cheng-Hua Huang
MOA International Foundation of Natural Ecology

Abstract

The use of repellent crops is one of the most effectively cultural practices for disease control in organic farming, but there is little attention paid to. Some previous studies indicated that using appositely repellent crops, such as *Labiatae*, *Compositae*, *Amaryllidaceae*, or *Umbelliferae*, can reduce the incidence of pests or enhance the growth of crops. Most repellent crops can be cultivated easily along with main crops in fields, bringing about eliminating or driving out pests effectively through the whole season. In fields, after the main crop was decided, farmers need to select carefully the suitable synergistic or repellent crops, which will be planted in companion planting, inter-cropping, or mixed-cropping systems, but allelopathic crops should be avoided in the same field. An

appropriate arrangement of mixed-cropping with suitable repellent crops will effectively work on preventing pest outbreaks, enhancing the growth of crops, and reducing the production costs. Therefore, the use of repellent crops is one of the vital concepts and practices in organic farming to approach the aim to grow crops without agrochemicals in pest control.

Key words: organic farming, repellent crops, synergistic crops, allelopathic crops.

抗病原菌及病毒之天然植物簡介與植物保護製劑之研發

胡敏夫、謝廷芳、許秀惠、黃晉興

行政院農業委員會農業試驗所

摘要

植物性保護製劑具安全、無毒物殘留及無公害之優良特性，未來在農業生產上將受到廣大的生產者所喜愛，又，隨著科技的進步與人力的投入，快速研製與開發，更具高效性的產品將逐漸問世。本文就當前所面臨的問題、已獲專利情形及應用後可能產生抑菌或忌避效果之機制加以概述，同時，將本所近三年研究成果發現，從 83 種中草藥植物中萃取液評估對真菌類病原孢子發芽抑菌率效果發現，有 2 種植物之水萃取液與 4 種植物酒精萃取液完全抑制土壤鐮胞病菌孢子(*Fusarium proliferatum*)的發芽。2 種植物之水萃取液與 13 種植物酒精萃取液亦完全抑制炭疽病菌孢子(*Colletotrichum gloeosporioides*)發芽。對百合灰黴病菌孢子(*Botrytis elliptica*)與十字花科黑斑病菌孢子(*Alternaria brasica*)發芽有完全抑制效果者，分別有 2 種與 4 種植物酒精萃取液。在檢測多數狀況下發現，植物酒精萃取液通常比水取液效果佳，但狗肝菜(*Dichiptera chinensis*)之水取液對土壤鐮胞病菌孢子與百合灰黴病菌孢子抑制效果比酒精萃取液好。A 及 B 配方之酒精萃取液，係分別由九種及十種中草藥之種子所組成，對 5 種真菌病原孢子有抑制作用，它對茄科青枯病菌(*Ralstonia solanacearum*)、火鶴花葉枯病菌(*Xanthomonas axonopodis pv. diaffenbachiae*)、番茄葉部斑點病菌(*Xanthomonas axonopodis pv.vesicatoria)*及軟腐病菌(*Erwinia carotovora subsp.carotovora*)等 4 種細菌病原亦有抑制生長的作用。另外，簡介具抗菌及抗病毒之中草藥種類，並列舉植物性農藥優缺點及使用時應改進的方法。

前言

往年政府的農業經營政策，以產量爲導向的原則下，爲使農民減免損失，均輔導農民噴施大量農藥，以防治病害及蟲害發生與雜草叢生而獲得高產，即以農藥爲防治病蟲害，提高產量爲重要手段，但如此狀況下，相對衍生了農產品的農藥殘留、環境及土壤污染、生態環境的破壞及大量天敵滅亡等現象，導致病蟲害再猖獗的發生(8)。根據1995年統計，全球用在農業上的化學藥劑花費達250億美元，其中除草劑的花費佔120億美元；而臺灣地區除草劑用量達到18,000噸，施用面積達280萬公頃(5)。如此高的用量非但金錢的消耗，亦是對環境造成很大衝擊。於是倡議非農藥防治，降低人類對化學農藥的依賴，以保障人類的健康、生態環境平衡及農業的永續經營標的應運而生，並普遍受到全世界學者所重視。

永續性經營係自然農法之延用，採減少化學藥品使用及生態保育等觀念，在施肥手段上強調施用有機肥(13)，在蟲害防治上採用生物性農藥及天敵之應用，如飼放赤眼卵蜂屬寄生防治玉米螟、培養或引進捕植蟎防治葉蟎、利用寄生釉小蜂防治可可椰子紅胸葉蟲、利用性費洛蒙類防治瓜實蠅、東方果實蠅及甘藷蟻象，與噴施蘇力菌防治鱗翅目幼蟲等。在病害方面，則利用內生根菌防治土壤性真菌及線蟲等非農藥防法來達到永續經營目的(2)。其實以另一種思考，回歸使用老祖宗的做法，可更貼切的達到自然農法之真義，即利用害虫之生態性及耕種法來抑制病虫害，或栽培天然植物，直接利用其植株之芳香味及根分泌物，或將植物萃取液噴灑於目的栽培作物上，始其產生遮斷、攪亂及忌避等來抑制病虫害及雜草，以收防治之效果，此才能真正能使整個地球生態環境維持平衡。

國內外研究狀況

利用其天然植株之芳香味及根分泌物，或將萃取液噴灑於目的栽培作物植體之研究，最早有文獻記載，如中國農業百科全書云(1)，中藥草中如當歸、荊芥、金銀花及薄荷等等芳香類植物之萃取物對多種細菌具有殺菌或抑菌的作用。另，大陸學者羅等報告(14)，利用植物在生理代謝過成中所產生的二次代謝物，如酚類、松烯類、植物鹼、類黃酮及其他有機化合物，經發揮作用、淋溶作用、根的泌濾作用及植物殘體等方式釋出體外，可抑制強生草、五節芒及香附子等生長，又，使用植物含類黃酮成分對青蟲產生拒食作用等(10)。

針對此課題研究有較顯著成果者，，如柏克來大學在肯亞進行一系列試驗發現，含蛻素之夏枯草(Bugleweed)有避免蝗蟲之掠食；英國沙斯提試驗場發現，一種野生馬鈴薯(Solanum berthaulthii)，其葉部會產生 E-β-farnesene，因此馬鈴薯植物可利用此物質驅散蚜蟲；馬利筋植物體內含有一種複雜化合物，稱心臟干擾素(Cardenolides)，因此利用它達到防衛目的(4)。1989 年 Herger 等發現，扁蓄萃取液可控制葡萄白粉病；Alpana 等研究(1992)，噴施一種馬鞭草科植物(haggarbush,*Clerodendrum aculeatum*)之萃取液 2:1 濃度，有壓制豆科 SMV 病毒感染；Sudheendra 等報告(1999)，在印度使用可可椰子、高粱，楝樹及一種野草(parthenium)之萃取液，比較其對花生葉斑病原菌(leaf spot)抑菌力發現，印度楝油頗有效，其發病度僅 48.22 %；Ramesh 等(1999)亦發現，利用具有蒜味之<u>阿魏</u>(asafoetida)植物萃取液 1-3 %，可有效趨離黃秋葵嵌紋病毒之媒介昆蟲；Bharathi 報告(1999)，事先噴施紫茉莉花 (*M. jalapa*)葉萃取液，有效防治南瓜 CMV 病毒感染；Chandrasekaran 等研究(2000)，大豆種子事先用明礬(alum)處理後，於植株上噴施指甲花(lawsonia inermis)葉萃取液 1 % 加 0.1 %明礬，有效降低炭疽病及莢枯病之發病度(disease incidences) 爲 7 %及 4.2 %(17,18,20,23,24)；Cohen Y.et al.等指出，一種生長於地中海地區之雜草 *Inula viscosa*，屬菊科，噴佈其萃取物可防治葡萄、番茄及南瓜白粉病(downy mildew)、

番茄及南瓜晚疫病(late blight)與灰黴病(gray mold) (19)；Pretorius 等指出，從南非引進一種觀賞鳳梨植物之塊莖(*E. autumnalis*)，經萃取噴施於豆類葉上，可抑制灰黴(*B. cinerea*)、黃葉病(*F. oxysporum*)、幼苗猝倒病(*P. ultimum*)及菌核病(*S. rolfsii*)等病原(22)。日本方面，報導選擇香草類進行間作、混作等耕作方式，不但可發揮忌避功效並有助主作物之發育(3)。

國內最早研究此範疇者，爲台中改良場謝慶方研究員(12)，以批杷葉浸酒後，再加醋並以清水稀釋噴射，可防止甘籃及山東白菜之軟腐病。中興大學黃振文博士報告(11)，利用甘藍葉加菸葉渣、氯化鈣與用牛肉煎汁加 S-H 混合製成中興 100，稀釋 100 倍測試，可顯著的抑制瓜類蔓枯病(*Didymella melonis*)、蓮霧與番石榴果斑病(*Pestalotia pesidii* & *Rhizopus stolonifer*)的菌絲生長與抑制銹病(*Puccinia allii Uromycs vignae*)的夏胞子發芽；蔡東纂博士提出間作天人菊，利用其根之分泌物或將植株埋入土壤有防治根瘤線蟲之功效等，屏東科技大學謝寶全教授研究，以香辛料如肉桂、八角、山楂及薄荷之乙醇萃取液進行抑菌試驗，發現對多種細菌及黴菌有顯著抑菌作用(16)。

本所於 2000 年組成團隊開始研究此領域，從 83 種植物中，用水或酒精 1:5 w/v 萃取多數植物之汁液與 A 及 B 配方配製粉劑以 1:10 w/v 用酒精萃取等方式，檢測台灣目前發生最嚴重五種真菌類病菌孢子發芽抑制率及四種細菌類病菌感受性發現，效果較佳者爲大風子及山韭菜兩種植物之水與酒精萃取液均可完全抑制真菌類土壤鐮胞病菌孢子(*Fusarium proliferatum*) 及炭疽病菌孢子(*Colletotrichum gloeosporioides*)發芽；對十字花科黑斑病菌孢子(*Alternaria brasicae*)發芽有抑制效果者爲紫花蔓陀蘿，落地生根、香椿、朱槿、篦麻、虎杖、刺茄、仙草與 A、B 配方酒精萃取液；對百合灰黴病菌孢子(*Botrytis elliptica*)發芽有較佳抑制效果者除山韭菜外，亦有食朱萸、土荆芥、薑黃及 A、B 配方之酒精萃取液，而狗肝菜之水萃取液亦有 100%抑制率效果；對蔬菜白粉病菌感染(*Podosphaera xanthii*)有較佳抑制效果者爲虎杖、A 及 B 配方之酒精萃取液。細菌類病菌檢

測結果發現，對茄科青枯病菌(*Ralstonia solanacearum*)、火鶴花葉枯病菌(*Xanthomonas axonopodis* pv. *diaffenbachiae*)、番茄葉部斑點病菌(*Xanthomonas axonopodis* pv.*vesicatoria)*及軟腐病菌(*Erwinia carotovora* subsp.*carotovora*)生長有抑菌效果均為A及B配方之酒精萃取液，此兩種配方係分別由九種中草藥之種子所組成，經磨粉混合用50 %酒精萃取(表一至表二)。

具抗菌、殺菌效果之中草藥種類

桂枝、荊芥、防風、羌活、藁本、白芷、細辛、蔥白、薄荷、牛蒡子、菊花、野菊花、穀精草、柴胡、大黃、蘆薈、知母、山梔子、夏枯草、蘆根、玄參、牡丹皮、紫草根、地骨皮、黃連、黃柏、苦參、秦皮、胡黃連、金銀花、連翹、大青葉(青黛)、板藍根、蒲公英、紫花地丁、敗醬草、金沙藤、地膽頭、白頭翁、馬齒莧、白蘚皮、射干、土牛膝、荷葉、澤瀉、茵陳篙、地膚子、萹蓄、石葦、車前子、秦艽、威靈仙、海桐皮、蒼耳子、落不藤、吳茱萸、蜀椒、丁香、高良薑、藿香、厚朴、陳皮、木香、沉香、川楝子、仙鶴草、三七、白芨、地榆、茜草根、側柏藥、艾葉、蓮房、川芎、丹參、毛冬青、赤芍、沒藥、血竭、蘇木、五靈脂、黃耆、黃精、冬虫夏草、巴戰天、補骨脂、當歸、白芍、天門冬、麥冬、桑寄生、旱蓮草、山茱萸、五味子、烏梅、柯子、石榴皮、金櫻子、五倍子、銀杏、遠志、菖蒲、括樓仁、荸薺、桔梗、皂角、紫莞、百部、馬兜鈴、山楂子、使君子、大蒜、密陀僧、蛇床子、馬鐵子、樟腦、黎蘆、青天葵、拳參、漢防已、鹿啼草、徐長卿、救必應、兩面針、紫珠草等。

具抗毒素病(Virus)之中草藥種類

桂枝、防風、藁本、柴胡、紫草根、黃芩、黃連、金銀花、連翹、板藍根、貫眾、茵陳蒿、石葦、丁香、畢澄茄、佩蘭、三七、赤芍、蘇木、淫羊藿、何首烏、桑寄生、柯子、石榴皮、蓮鬚、金櫻子、五倍子、鉤藤、海藤、胖大海、紫菀、枇杷葉、百部、蛇床子、山慈

姑、藜蘆、鴉膽子等。

上述植物或藥材值得我們一一去收集、種植及觀察，然後進行量產與萃取及濃縮，並配製成植物性製劑，以方便供農民使用。

植物萃取液之抗病原菌機制

作物之萃取液，對植物病原菌及蟲類能扮演抑菌與產生忌避作用之機制，可能爲其組織內含有特定代謝物所使然，據譚等報告，抗菌藥物作用機制係干擾細胞壁的合成、抑制核酸複製與轉錄、抑制蛋白質合成、影響細胞膜功能及抑制代謝基本物質的形成等。至於產生昆蟲拒食或忌避作用機制爲昆蟲本身感受器信息的中斷，或中樞神經特化的抑食細胞(deterrent cell)受到刺激所引起。如大風子屬椅科(Flacourtiaceae)，又名大楓子，主產於泰國、緬甸及大陸福建、廣東一帶，性味辛、熱、有毒，主成分爲 chaulmoogric acid、hydnocarpic acid、glyeeride 油等，其藥理作用爲祛風及殺蟲，對人類多種真菌性病皮膚有抑制作用(6)。山韭菜屬百合科(Liliaceae)，又名起陽草，能治腸炎及下痢(7)，其種子爲中藥藥材，自古與人類生存息息相關，即不可或缺，取之容易，主成分爲揮發性硫化物及配糖體，以用鮮材或冷凍乾燥方式萃取。

土荊芥(Epazot) 屬一年生草本植物，原產墨西哥，爲當地人使用作殺蛔蟲之傳統藥用植物。茴香爲繖形科多年生植物，根具解毒、利尿及減肥作用，耐旱性強，到處可生長，含有揮發性精油。紫花蔓陀蘿屬茄科多年生植物，葉有痲醉作用，根含生物鹼。香椿屬楝科喬木，葉及嫩枝治痢疾，根皮含有楝素。大青葉屬十字花科一年生植物，係漢方應用之處方名，含有 indican，氧化後生成 indigo，具解毒及清熱，中藥界常作爲防治流行性病毒的藥材。食朱萸屬芸香科木本植物，藥用植物圖錄記載(15)，含 evodin、evodene 等精油及茵芋鹼有抗菌作用。虎杖屬蓼科多年生草本植物，與火炭母草略似，含有酉昆類化合物，全株具抗菌、抗發炎及解毒作用，Konstantinidou-Doltsinis et al.研究報告(21)，發現其萃取液不僅

有防治溫室南瓜之白粉病效果，且有產生誘導性抗病機制(natural defence response)與比無處理區可提高南瓜產量達 49%，其所萃取的植物品種爲 *Reynoutria sachalinensis* (F.Schmidt)與本試驗所採用台灣自生 *Polygonum cuspidatum* S.et Z.品種不同。狗肝菜屬爵床科草本植物，全省遍及，通常被採用治療肝病、肺炎、疔瘡腫毒、泡狀帶疹及抗發炎藥材，於本試驗中水萃取液就可顯現抑菌效果，此似含有水溶性成分，而不溶於酒精。

皺葉黑辣薄荷及金錢薄荷屬唇形花科一年生植物，植體含揮發性 menthol 、menthone 等形成的精油，前者在中藥材上洋人稱“peps”，百里香亦是。甜菜則屬藜科一年生草本植物，一般用於防治 Cercospora leaf spot。艾草屬菊科多年生草本植物，植體之主成分爲 phellandrene、cuprol 及 cadinene 精油。金鋼纂及篦麻均屬大戟科多年生植物，前者含有大戟醇，後者含有 ricinolein 成分，爲抗黴菌劑 undecylenic acid 之製造原料。落地生根屬景天科多年生植物，爲消腫毒及治肺炎良藥，主成分含量不詳。天人菊屬菊科多年生植物，目前被證實有防治根瘤線蟲效果。仙草屬唇形花科多年生植物，植體富含多醣體及酚類成分，慷抗氧化力高，民間偏方用以治療淋病及花柳病(9)。薑黃屬薑科，含有 curcumin 成分，可抑制腫瘤細胞形成及抗炎作用，目前已被開發成一種熱門保健食品。朱槿則屬錦葵科多年生木本植物，亦用於治阿米巴痢疾及支氣管炎。刺茄屬茄科植物，植體含有生物鹼，專治梅毒用材。

小花蔓澤蘭屬菊科多年生草本植物，民間常用治療肺炎藥材，有抗炎作用。至以 A 及 B 配方係採用八種中草藥種子及五倍子(蚜蟲刺激鹽膚木所產生之蟲癭物)組成，爲漢方裡常配伍治疔、癤、癰、疽、癬、痘及瘡等藥材，均具有抗菌成分，因此，以上經篩選之天然植物，其植體內不外含有特殊酵素、或揮發油類、或生物鹼、或楝素、或有機酸類、或皂甘、或酉昆類化合物及類黃酮等成分，始能產生抑菌及忌避作用，其機制推測有些爲單成分就能產生效果，但有些或許須要多種成分複合產生協力才有作用。

植物性農藥專利申請案件

於台灣已獲得專利權為生物技術開發中心所提的生物性農藥製造法，以水溶性高分子作為保護材料，採用相凝聚法(phase coacervation)，在常溫水相中控制酸鹼度，添加金屬鹽類，用以包埋生物性農藥菌體及活性物質，而行成具抗紫外線耐保存之生物性農藥微膠囊。

大陸則有多抗靈及製備方法；一種含辣椒鹼的農藥殺蟲劑研發；魚藤酮的混配劑；全生物農藥水劑(阿維菌素加苦蔘油加穩定劑及乳化劑)；香菇菌糠及柄蒂萃取物製備生物農藥及其工藝(防真、細菌)；印楝素乳劑；雷公藤非水提取物；蛇床子提取物在農用殺蟲劑生產的應用；以大黃、海桐皮、射干及天然鞣質等配比製成生物性農藥供防治真菌細菌類；鬧羊花素殺蟲劑(從杜鵑花科植物萃取)；
植保 102 製劑(蛇床子、苦蔘、仙鶴草、百部、狼毒、枯礬、地膚子)防治果樹害蟲、蚜蟲及紅蜘蛛；利用紫穗槐、砂地柏、牛心樸提取物及蘇雲金芽孢桿菌醱酵物混合，製成一種生物殺蟲劑；銀杏外種皮萃取及利用；狼毒素水乳劑開發及一種複方植物源殺蟲劑製備(臭椿根、白頭翁根或果實、葉及鴉膽子果實提取物混合)及所謂廣效性中草藥之生物性殺蟲劑之製備(雷丸、苦皮藤、使君子、檳榔、通草及木香等六味)。研發的產品頗多，但一般所強調廣譜性的均混合有低毒性的農藥，純天然製劑尚少。

本所近年已檢測 83 餘種天然植物萃取液，其中亦發現數種植物萃取液對真菌、細菌病原有明顯抑菌作用，目前針對此萃取液配製成樣品，並進一步進行盆栽及田間試驗中，尚未達申請專利或技術移轉條件。

植物性農藥之優缺點與使用方法

人類爲了求永續生存，對週遭環境質量要求越來越高，換言之，未來生存的環境不容許再有污染與破壞。如此，試從自然界發覺可取代有破壞性之化學物質爲所必然。植物源保護製劑之研發勢將如 e 化電子時代來臨與流行，因爲它除了安全無毒性殘留問題外，更重要的是不會使病原菌及蟲類產生抗性與再猖獗危害作物情況，及間接誘導植物本身產生抗性並增加產量，此爲其優點。但大多數之植物源保護製劑，通常因其所含主要活性成分不甚穩定，又能扮演抑菌或忌避成分之量微少，難以分析或定量，以致無法如化學農藥短時間內就可量產並在品質上達均質性，加上使用時稀釋倍數低，非廣效性，專一性高，即某種製劑僅能防治某種病害或蟲害，因此勢將使農民增加防治成本，此爲其最大缺點。

爲改善其缺點，一般建議在使用時採用下列方法:

一、 採用複方配製使其達到廣效性，如以肉桂、八角、山楂及薄荷等香辛料類之乙醇萃取液，作適當比率混合防治多種細菌或黴菌病害爲一例。

二、 與低毒性化學農藥混合，以提高藥效。

三、 與生物性農藥混配，如川楝素與蘇力菌(BT)混用防治蔬菜鱗翅目青蟲頗有效。

四、 採集團栽培制度，同時種植，並依病原菌及蟲害特性，選擇其活性最弱時機同時間進行密集噴施防治。上述方法中第 2 項策略在大陸最流行，但它還是有殘毒及污染問題，實不可取。

參考文獻

1. 中國農業百科全書。1991。農作物上下卷 902 pp.。北京農業出版社。

2. 中華植物保護學會。1992。病蟲害非農藥防治技術研討會專刊。1-359pp.。

3. 王錦堂。1999。忌避作物的選擇與栽培。興大農業 30 期 18-24。
4. 李文權。1988。高等植物的化學防衛物質。科學農業 36:109-144。
5. 吳文希。1987。植物病害防治學。茂昌圖書有限公司出版。211-363 pp.。
6. 巫國想。1985。原色圖鑑-漢方臨床應用全集。士林出版社。62-740 pp.。
7. 吳家鏡。1973。圖解中藥藥物學。正言出版社。67-282 pp.。
8. 柯治國。1997。植物性農藥的研究與開發應用前景。農業世界，163:65-70。
9. 胡敏夫、羅淑卿、劉新裕。2002。仙草品種(系)間多醣體成分之組成與含量分析。中華農業研究 51:17-23。
10. 徐美娟、管致和。1993。番茄植株中黃酮類對青蟲(*Pieris rape* L.)的佸性組成分及對截形葉 (*Tetranychus truncatus* Ehara)的毒效。北京農業大學學報 Vol.19 No.2 55-61 pp.。.
11. 黃振文。1992。利用合成植物營養液管理蔬菜種苗病虫害。病害非農藥防治技術研討會專刊。221-232 pp.。
12. 謝慶方。1999。天然藥劑與病害控制。興大農業 30 期 14-17 p.。
13. 謝順景。1993。台灣永續農業體系之建立及農業技術之轉移。第三集，1-263pp.
14. 羅萬春 慕立義 李雲壽。1997。植物源生物鹼的殺蟲作用。農藥 36 卷第七期 11-15 p.。
15. 楊來發。1999。藥用植物圖錄。台中市藥用植物研會印行 1-86 pp.。
16. 謝寶全。200。肉桂萃取液之抑菌作用。台灣農業化學與食品科學。38(2):184-193 pp.。
17. Alpana,V.,R.B. Singh and H.N. Verma.1992 .Prevention of soybean virus infection in Glycine max plants by plant extract, Bioved Vol.13(2): 225-228 pp., 7 ref.。
18. Bharathi, M.. 1999. Effect of plant extract and chemical inhibitors on cucumber mosaic virus of brinjal,Journal of

Mycology and Plant Pathology,Vol.29(1):57-60 pp.,9 ref.。

19. Cohen, Y., A. Baider, B. Ben-Daniel andY.Ben-Daniel.2002.Fungicidal preparations from *Inula Viscose*.10th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing and Viticulture. 152-156 pp.。

20. Herger,G.I.Harvey, T. Jankins and R. Alerander. 1989. Proceeding of the forty second New Zeaeland weed and pest,Central conference,Tarank,country Lodge.New Plyhoutu,August,8-10: 178-181 pp., 6 ref.。

21. Konstantinidou-Doltsinis, S. and A. Schmill.1998.Impact of treatment with plant extracts from *Reynoutria sachalinensis*(F.Schmidt) Nakai on intensity of powdery mildew severity and yield in cucumber under high disease pressure. Crop production Vol.17,No.8, 649-656 pp.。

22. Pretorius J.C.,P.Craven and E. Van der Watt .2002. In vivo contral of *Mycosphaerell a* pinodes on pea leaves by a crude bulb extract of *Eucomis Autumnalis* Annals of Applied Biology.Vol.141(2):125-131 pp.,32 ref.。

23. Ramesh, S., R.C. Mishra, S.K. Shahi, and D. Anupam. 1999. Insect repellent activity of asafetida to prevent yellow vein mosaic virus infction in okra crop(*Abelmoschus esculentus* L.)Moench,Plant Protection Bullettin(Faridabad) Vol.51(3/4): 35-37,14 ref.。

24. Sudheendra,A. and K. Srikant. 1999. Effect of plant extracts and chemicals on late leaf spot f groundnut Karnataka Journal of Agricultural Sciences Vol.12(1/4):195-196 pp.,4 ref.20.Chandrasekaran, A.,V. Narasimhan and K. Rajappan 2000 Integrated management of anthracnose and pod blight of soybean,Annals of Plant Protection Sciences,Vol.8(2):163-165 pp.,7 ref.。

表一、天然植物萃取液對土壤鐮胞菌、蔬菜炭疽病菌、百合灰黴菌、十字花科黑斑病菌及蔬菜白粉病菌孢子發芽的影響

植物科屬及種名	病原菌孢子發芽率 (%)				孢子發芽率 (%)
	鐮胞菌	炭疽病菌	黑斑病菌	灰黴菌	
	水/酒精	水/酒精	水/酒精	水/酒精	水/酒精
爵床科 *Acanthaceae*					
狗肝菜 *Dicliptera chinensis*(L.)Nees	20/96	90/96	100/100	0/94	-
夾竹桃科 Apocynaceae					
黃花夾竹桃 *Thevetia peruviana* MERR.	100/100	100/100	100/100	100/100	64.8/64
五加科 *Araliaceae*					
鵝掌藤 *Schefflera odorata*(Blanco)Merr.	100/100	100/93	100/60	100/100	62.3/14
菊科 *Asteraceae*					
蒲公英 Dandelion,wild	93/94	97/20	100/100	98/98	-
(*Spilanthes acmella*)	92/98	95/96	100/100	96/98	74/72
蹄蓋蕨科 *Athyriaceae*					
過貓 *Anisogonium esculentum*(Retz.)	100/100	100/100	100/99	95/91	34/25.5
忍冬科 *Caparifoliaceae*					
金銀花 *Lonicera japonica* Thunb.	100/100	100/100	100/100	100/100	68/57
藜科 Chenopodiaceae					
土荊芥 Epazote *Chenopo-dium ambrosiodes*	99/0	98/0	100/99	94/18	46/62.5

小葉灰藜 *C. album* (L.)	100/82	100/100	99/99	100/100	19/46
菊科 *Composite*					
洋艾 Wormwood (*Artemisia absinthium*)	97/98	96/96	100/100	98/98	45/44
甜菜 Beets(*Beta Vulgaris*)	95/92	98/1	100/100	97/97	-
天人菊 *Gaillardia* var.*pulchella* Fong.	49/92	96/1	100/100	98/98	-
小白菊 Feverfew (*tanac-etum Chrysanthemum*)	90/88	97/4	97/95	96/93	-
馬藍 *Baphicacanthus cusia*(Nees)Bremek.	95/93	96/96	99/100	89/92	-
長柄菊 *Tridax procumbens* L.	100/100	100/100	100/71	100/80	6205/40.5
艾草 *Artemisia princeps* var. orientalis (PAMP) HARA	84/46	95/0	93/98	92/92	-
小花蔓澤蘭 *Mikania cordata*(Burm.f.)B.L. Rob.)	100/100	42/0	100/86	100/100	53.8/23.8
一枝香 *Vernonia cinerea* (L.)Less	97/91	96/94	97/95	58/93	36/32
景天科 *Crassulaceae*					
落地生根 *Bryophyllum pinnatum* (Lam.)Kurz	92/47	95/66	94/0	90/76	58/48
十字花科 *Cruciferae*					
甘藍 Kale (*Brassica oleracea*)	86/86	86/3	100/99	96/99	-

山葵葉 Wasabi leave	100/13	100/0	100/100	100/64	41.5/20
山葵根莖 Wasabi rizome	100/89	100/14	100/100	100/100	5/6.25
大戟科 *Euphorbiaceae*					
綠珊瑚 *E. tirucalli* L.	96/99	91/95	100/95	20/93	43.8/47.3
金鋼纂 *E.antiquorium* L.	99/98	96/97	98/96	90/94	43/41
篦麻 *Ricinus communis* L.	92/95	100/100	100/0	100/100	35/47
椅科 *Flacoutiaceae*					
大風子 *Hydnocarpus castaneus* H.F.&Th.	0/0	0/0	75/92	83/89	-
金絲桃科 *Gramilleal*					
金絲桃 *Hypericum perforatum*	96/97	96/69	100/100	98/98	66.3/67.5
唇形花科 *Labiate*					
普列薄荷 Pennyroya *(Mentha pulegium)*	97/89	20/43	100/100	90/98	-
百里香 Thyme(*Thymus Vulgaris*)	96/95	94/0	98/99	98/99	-
金錢薄荷 *Glechoma hederacea* L.var.*grandis* (A.Gray) Kudo	97/93	95/1	100/100	95/91	-
九層塔 *Ocimum sanctum* L.	96/96	97/98	95/91	93/93	37/53
迷迭香 *Rosmarinus officinalis*	97/98	95/95	100/100	98/99	58/35
白蘇 *Perilla* futescens (L.)Brittiner					
益母草 *Leonurus heterophyllus*	100/93	100/66	100/100	100/100	33.5/21
Sweet	-	96/0	-	-	-
仙草 *M.procumens* Hemsl.					

馬約蘭花 Marjoram	97/96	89/99	100/100	96/97	-
Sweet (*Origianm*					
majorrana)	97/97	70/92	100/100	93/97	-/75
藿香 Mint Korean					
(*Lami-aceae*					
Agastache ugosa)					
皺葉黑辣薄荷 Mint	91/92	96/0	100/100	97/92	-
peppermint(*Mentha*					
piperita)					
豆科 *Leguminosae*					
對葉豆 *Cassia alata* L.	98/94	93/95	97/97	93/94	47/49
百合科 *Lilaceae*					
萬年青 *Rohdea*	67/50	100/100	99/98	100/100	66.3/70.5
Japonica (Thunb.)Roth					
山韭菜 *Allium*	0/0	0/0	100/82	62/0	35.3/39.8
thurbergii G.Don					
錦葵科 *Malvaceae*					
朱槿 *Hibiscus rosa*	95/83	100/31	100/1	100/100	60.3/60.3
sinensis L.					
楝科 *Meliaceae*					
香椿 *Toona sinensis*	94/0	94/8	100/1	98/91	-
(A.Tuss.) Roemer					
喜樹科 *Nyssaceae*					
喜樹 *Camptotheca*	95/86	93/94	97/95	91/91	61/69
acuminata Decne.					
柳葉菜科 *Onqraceae*					
月見草 Evening Primrose	98/98	67/71	100/100	96/98	46.3/59
(Oenethera biennis)					
棕櫚科 *Plamal*					
檳榔 *Areca catechu* L.	91/90	94/93	95/98	92/93	49/30

車前科 Plantaginaceae					
Plantain(*Anasazi*)	98/94	98/57	100/100	98/99	-
蓼科 *Poiygonaceae*					
何首烏 *Polygonum multiflorum*	97/98	95/95	100/83	73/99	-
火炭母草 *P.chinense L.*	-	-	-	-	72.5/7
虎杖 *P. cuspidatum* S.et Z.	100/12	100/100	100/3	95/100	37/4
扛板歸 *P.perfoliatum L.*	-	-	-	-	59.8/67.3
馬齒莧科 *Portulacaceae*					
馬齒莧 *Portulaca oleracea L.*	85/100	100/100	85/100	93/77	62.8/73
茜草科 *Rubiaceae*					
蛇根草 Snega snakeroot	96/91	-	-	-	-
芸香科 *Rutaceae*					
胡椒木 *Zanthoxylum odorum*	94/59	100/100	100/99	100/100	50.5/57.3
食茱萸 Z.ailanthoides SIEB	84/3	100/0	-	95/0	-
三白草科 *Sauruaceae*					
魚腥草 *Houttynia cordata* T.	100/100	96/97	99/98	98/97	-
茄科 *Solanaceae*					
枸杞 *Lycium cbinensis* MILER	100/66	100/100	99/100	94/93	60.3/49.3
刺茄 *S.aculeatissimum* JACQ	100/100	100/100	99/0	96/98	58.5/30.8
番茄葉 Tomato leave	95/93	95/95	97/100	92/94	66/56
紫花蔓陀蘿 *Datura tatula* L.	91/25	4/0	98/2	87/75	-

田麻科 *Tiliaceae*					
黃麻 *Corchorus capsularis* L.	100/100	100/100	100/100	97/100	71.5/56.8
繖行科 *Umbelliferae*					
葛縷子 *Carum carvi* L.	97/99	89/95	100/100	97/99	-
茴香 *Foeniculum vulgare*	95/44	95/0	100/98	98/98	-
敗醬科Valerianaceae					
纈草 Valerian	87/40	97/94	100/98	98/98	-
馬鞭草科 *Verbenaceae*					
馬纓丹 *Lantana camara L.*	100	100/100	100/100	100/100	-
單葉蔓荊 *Vitex trifolia* L. *var.simplicifolia Cham.*	94/19	94/94	100/99	55/98	-
葡萄科 *Vitaceae*					
粉藤 *Cissus repens* Lam.	100/100	95/95	100/99	95/96	62/52
薑科 *Zingideraceae*					
穗花山奈 *Hedychium coronarium* Koeng	96/97	98/92	-	98/98	-
薑黃 *Curcuma longa* L.	100	100/0	100/90	100/28	67/55
A配 方	-/0	-/0	-/0	ND/0	7/6
B配 方	-/0	-/0	-/0	-/0	5/6
水(對照)	93/92	90/91	100/100	97/97	63.5/57.5

- ：未檢測

表二、各種病原細菌對天然植物萃取液之感受性

配方	稀釋倍數 (X)	抑制圈面積(公分)			
		番茄葉斑病	火鶴花葉枯病	茄科青枯病	軟腐病
A配方	50	0.7	0.6	0.86	0.73
	100	0.53	0.5	0.66	0.46
	150	0.1	0.23	0.46	0.3
	200	0.1	0.1	0.1	0.1
B配方	50	0.8	0.48	0.8	0.48
	100	0.3	0.33	0.33	0.36
	150	0.23	0.1	0.2	0.1
	200	0	0.1	0	0

植物萃取液防治作物病害的研究現況

謝廷芳、黃晉興、胡敏夫

行政院農業委員會農業試驗所

摘要

在自然界中存在多種天然的中藥草植物，富含許多特殊的抑菌物質如配糖體、生物鹼、帖類、酚類、鞣質、類黃鹼素、皀素、類胡蘿蔔素、香豆素等，具有特定之生物活性，可用於抑制多種植物病原菌，直接萃取並施用於目標栽培作物上，可以達到防治病害之效果。台中區農改場曾大力推行利用天然植物資材，如大蒜、辣椒、木醋液等來防治作物病蟲害的發生，花蓮區農改場亦曾測試丁香油及肉桂油的抑菌範圍，中興大學則嘗試利用丁香及其主成分防治甘藍苗立枯病及應用中藥材抽出物抑制線蟲活性。國外在植物萃取液的抑菌特性研究上著墨甚多，如苦楝葉萃取液對數種真菌胞子、細菌均有抑制發芽或靜菌作用；黃菫(*Corydalis chaerophylla*)之根葉萃取液含 berberine，可抑制多種真菌胞子發芽;胡椒科植物蓽撥果實萃取液 1000 倍可完全抑制小麥赤銹病菌(*Puccinia recondite*)胞子發芽；鳳梨花鱗莖粗萃取液，可完全抑制豌豆褐斑病菌(*Mycosphaerella pinodes*)胞子發芽；丁香羅勒油與香茅油在 250ppm 下可完全抑制白粉病菌(*Erysiphe polygoni*)胞子發芽；紅辣椒萃取液含 meta-coumaric 和 trans-cinnamic acids，對細菌性軟腐病菌(*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*)的生長具抑制作用；芫荽、刺芫荽和苦瓜萃取液可抑制 Erwinia 屬細菌的生長，而 mamon (*Melicocca bijuga*)對香蕉的 Pseudomonas 細菌具抑制作用；南美紫茉莉葉片萃取液完全抑制茄子的胡瓜嵌紋病毒(*Cucumber mosaic cucumovirus*, CMV)，而 *Clerodendrum aculeatum* 的部份純化葉萃取液可明顯抑制大豆嵌紋病毒(*Soybean mosaic potyvirus*, SMV)。在病害防治方面，日本大黃萃

取物可濕粉製劑(RK)2000倍稀釋液，對胡瓜白粉病有75～100%的防治率；馬纓丹的花萃取液可降低由 *Aspergillus niger* 引起的番茄果腐病；苦楝葉的酒精萃取液及種子的油萃取液明顯降低稻熱病菌胞子發芽及稻熱病的發生；虎杖 *Reynoutria sachalinensis* 萃取液(商品名Milsana®)對數種作物之白粉病及灰黴病有良好的防治效果。目前農試所工作團隊在農委會計畫「天然植物保護製劑的研發、量產及應用」的支持下完成多項成果，例如日本虎杖(*Reynoutria japonica*)萃取液防治甜瓜白粉病、大風子(*Hydnocarpus anthelminticus*)萃取液防治白菜炭疽病、扛板歸萃取液防治水稻稻熱病；而在植物油的應用方面，提出乳化葵花油(葵無露)防治作物白粉病等。未來在植物萃取液的研究上應著重萃取技術及複合製劑的研發，以提昇其防治病害的廣度與有效性。

前言

臺灣地處熱帶與亞熱帶氣候區，常年半數時間處於高溫多濕環境下，適合多種作物病害的發生與傳播，增加農民生產成本，嚴重影響農產品的產量與品質。近年來，政府極力提倡與發展『有機農業』，祈能藉由生態平衡的耕作理念，充分利用各種栽培管理措施，配合農作物資源回收再利用，生產無農藥殘留的農產品。在生產有機農產品的過程中，病蟲害的管理是較為棘手而必須即刻克服的問題。目前病蟲害防治的研究導向，多以研發安全且有效的非農藥防治方法為主，逐漸降低對化學農藥的依賴，以保障人類的健康、生態的平衡、及農業的永續經營。在自然界有許多藥草植物，富含許多特殊的抑菌忌蟲物質如配糖體、生物鹼、帖類、酚類、鞣質、類黃鹼素、皂素、類胡蘿蔔素、香豆素等，具有防病忌蟲的效果，若能直接抽取利用該等物質，並噴灑於目標栽培作物上，應可以收到防治病虫害之效果。本文蒐集國內外相關研究文獻，對植物萃取液的防病現況做一系統性整理，祈能對未來台灣發展此一新興研究課題時，提供些許可用資訊。

植物性農藥的研究現狀

植物性農藥屬生物農藥範疇的一個分支，為利用植物所含的穩定有效成分，按一定方法對目標植物進行施用後，以降低病、蟲、雜草等有害生物危害的植物源植物保護製劑。植物性農藥成分複雜多變，通常是植物有機體的一部份或全部，依植物種類與來源不同，可能含有生物鹼、糖苷、毒蛋白質、揮發性香精油、單寧、樹脂、有機酸、酯、酮、萜等各類物質。

全世界可作為植物性農藥應用的植物約有二千種以上。就中國大陸而言，大多數植物性農藥都是從中草藥中發掘出來的，其中已知植物性農藥的資源植物種類約 500 種。植物性農藥的種源十分廣泛而豐富，但被利用者微乎其微，僅魚藤酮、苦參鹼、煙鹼、楝素、藜蘆鹼、茴蒿素、木煙鹼、苦皮藤素、苦豆子總鹼等被少數農藥公司所開發生產。中國大陸利用植物性物質防治作物病蟲害已經有二百多年的歷史，但真正有目的、科學地進行開發利用則是近一、二十年的事。目前中國大陸用於防治作物病害的植物主要有大蒜、板藍根、商陸、大黃、連翹、苦楝等幾十種；有些天然植物成分已被研發成商品，如市售的大蒜素、中草藥製劑“912”、MH11-14 可濕性粉劑等，並推廣給農民使用。另外，德國研究利用虎杖 *Reynoutria sachalinensis* 萃取液對數種作物之白粉病及灰黴病有良好的防治效果，並在美國以商品名 Milsana®登錄使用。

但是，目前實際應用天然植物成分防治植物病毒病尚有諸多困難待解；而針對植物細菌性病害的防治研究成果亦不多見；至於防治植物病原線蟲方面，應考慮以多種植物成分混合之複方製劑來增進其防病效果。另外，多數研究僅局限於實驗室內的抑菌測定，進一步測定在作物上的防病成效應加緊努力。利用天然植物成分防治植物病害的潛力無窮，是未來防治植物病害的另一新的研究課題。

植物萃取物防治病害的二個層次

植物萃取液防治作物病蟲害是開發植物性農藥的初階研究。目前研究植物萃取物防治作物病害的成果頗多，經歸納可分成二大類，第一類爲植物萃取液可誘導植物產生抗病性，第二類爲直接使用萃取抗菌物質或含抗菌成分的萃取液。

誘導植物抗病性

目前多數研究指出，植物的系統性抗病能力可被誘導，抗病性的發生與植物體產生抗菌物質－植物防禦素(Phytoalexin)有關。此類抗菌物質只有當植物受外來的刺激物質如微生物、紫外光或其他化學物質刺激時才被誘導產生。

在植物萃取液誘導作物抗病性的報告頗多，如油菜、萵苣、豌豆、煙草、番茄、玉米、小麥和胡瓜的葉片酒精萃取液可誘導胡瓜抗炭疽病 (Foughtk and Kuc, 1996)；利用苦楝(*Azadirachta indica* Juss.)葉水萃取液可以有效防治大麥葉條病(*Drechslera graminea* 所引起)(Paul and Sharma, 2002)，經處理的大麥葉片含 phenylalanine ammonia lyase 和 tyrosine ammonia lyase 酵素活性明顯增加，並累積抑菌的酚化合物，但病原菌的胞子發芽不受苦楝萃取液的影響，顯示其作用機制在於間接誘導植物抗病性(Paul and Sharma, 2002)。以2%虎杖(*Reynoutria sachalinensis*)水溶性萃取液每星期噴佈於胡瓜植株上，噴施後植體葉片的抑菌物質酚化合物會累積．進而抵抗白粉病菌的入侵(Daayf et al., 1995; Konstantinidou-Doltsinis & Schmitt, 1998)；另外，鹿蹄草萃取液可增加胡瓜葉片中過氧化酵素及幾丁質分解酵素的含量，進而抑制細菌性斑點病的發生(Ribnicky et al., 2001)。*Lychnis viscaria* 種子萃取液含有不同的 brassinosteroids 可誘導植物產生抗病性，以 0.5-1mg/l 乾粉水萃取液可促進煙草、胡瓜和番茄對病毒及真菌病原的抗性達 36%(Roth et al., 2000)。

直接使用萃取抗菌物質或含抗菌成分的萃取液

於健康植物體內固存一些抗菌物質，當病原菌侵染時，產生具抗菌活性的水解產物，當該類植物體以適當的方法萃取其抗菌物質，可用於抑制植病病原菌的研究。

國外在植物萃取液的抑菌特性研究上著墨甚多，如苦楝葉萃取液對數種真菌胞子、細菌均有抑制發芽或靜菌作用（Coventry & Allan, 2001）；黃堇(*Corydalis chaerophylla*)之根葉萃取液含 berberine，可抑制多種真菌胞子發芽（Basha et al., 2002）；胡椒科植物華撥果實萃取液 1000 倍可完全抑制小麥赤銹病菌(*Puccinia recondite*)胞子發芽(Lee et al. 2001)；鳳梨花 pineapple lily (*Eucomis autumnalis*)鱗莖粗萃取液，可完全抑制豌豆褐斑病菌(*Mycosphaerella pinodes*)胞子發芽(Pretorius et al., 2002)；丁香羅勒油與香茅油在 250ppm 下可完全抑制白粉病菌(*Erysiphe polygoni*)胞子發芽(Raj and Shukla, 1996)；紅辣椒萃取液含 meta-coumaric 和 trans-cinnamic acids，對細菌性軟腐病菌(*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*)的生長具抑制作用；芫荽、刺芫荽和苦瓜萃取液可抑制 Erwinia 屬細菌的生長，而 mamon (*Melicocca bijuga*)對香蕉的 Pseudomonas 細菌具抑制作用(Guevara et al., 2000)；南美紫茉莉(*Mirabilis jalapa*)葉片萃取液完全抑制茄子(*Solanum melongena*)的胡瓜嵌紋病毒(*Cucumber mosaic cucumovirus*, CMV) (Bharathi, 1999)，而雜草 *Clerodendrum aculeatum* 的部份純化葉萃取液 2:1 濃度連續噴佈大豆植株 6 次後，可明顯抑制大豆嵌紋病毒(*Soybean mosaic potyvirus*, SMV)的爲害(Alpana et al., 1992)。

國內對植物萃取液的抑菌能力測定亦有諸多研究，農業試驗所的研究團隊測試近百種中藥草萃取液及十種植物精油中對蕙蘭細斑病菌 *Fusarium proliferatum*、百合灰黴病菌 *Botrytis elliptica* 和及小白菜炭疽病菌 *Colletotrichum higginsianum*)的胞子發芽影響，其中以山韭菜及大風子抑制胞子發芽的效果最佳，肉桂葉精油最能抑制受

測試的三種病原真菌的胞子發芽；丁香葉精油則只對前二者病原菌有效，而樹脂精油則只對 *B. elliptica* 有效。何等(2002)亦篩選 64 種植物萃取液，發現其中的 23 種對甘藍黑斑病菌(*Alternaria brassica*)，14 種對火鶴花花腐病菌(*Corynespora cassicola*)孢子發芽有抑制效果。另何和吳(2002)發現扛板歸的萃取液，對甘藍黑斑病菌孢子發芽有非常強的抑制作用，而且不同地方採的材料，抑菌程度也不同。黃等(2003)發現百餘種植物萃取液中，有多種具抑制甜瓜白粉病菌的效果。

植物萃取液防治作物病害的效果

國外利用植物萃取物防治作物病害的例子不少，日本大黃(*Rheum undulatum*)萃取物可濕粉製劑(RK)2000 倍稀釋液，對胡瓜白粉病有 75～100% 的防治率 (Paik et al., 1996)；虎杖 (*Reynoutria sachalinensis*)萃取液對數種作物之白粉病及灰黴病具有良好的防治效果(Cheah and Cox, 1995; Daayf et al., 1995; Herger et al., 1989)；大豆種子處理 0.1%明礬後的植株噴佈 1%指甲花 henna (*Lawsonia inermis* L.)葉片萃取液混合 0.1%明礬可降低大豆炭疽病(*Colletotrichum truncatum*) 的發生 (Chandrasekaran et al., 2000)；馬纓丹(*Lantana camara* L.)的花萃取液可降低由 *Aspergillus niger* 引起的番茄果腐病，也降低因 *Drosophila busckii* 造成傷害導致的果腐（Purnima and Saxena, 1990)；苦楝葉的酒精萃取液及種子的油萃取液明顯降低稻熱病菌胞子發芽及稻熱病的發生(Amadioha, 2000)。德國 BASF 於 1993 年大量篩選植物萃取液的抑菌效果，得到一虎杖 giant knotweed(*R. sachalinensis*)的乾抽出物，商品名爲 Milsana，是唯一在美國登錄的植物抽出物殺菌劑。義大利研究人員發現 Milsana 可降低 50%的胡瓜白粉病，對玫瑰白粉病亦有相同的效果，惟其效果比植物油的抑病效果差。重覆噴施 Milsana 可使葉片變得翠綠及光滑，但亦變得易碎(Daayf et al., 1995)。可見植物萃取液可廣泛用於作物病害的防治用途上。

國內植物萃取液防治病害的例子亦不在少數，如台中區農業改良場曾大力推行利用天然植物資材，如大蒜、辣椒、木醋液等來防治作物病蟲害的發生(謝，1999)。另外，花蓮改良場亦曾測試多種植物油對防病忌蟲的效果，其中以丁香油及肉桂油之效果最佳(陳，1996)。中興大學黃振文教授以甘藍下位葉及菸葉渣爲主要成份，製造液體的中興 100(CH 100)植物健素，可防治許多種植物病害，包括韭菜銹病、瓜類白粉病及馬鈴薯軟腐病，而且已經商品化(黃，1992; Huang, 1992; Huang and Chung, 2003)。在黃氏的指導下，林(2000)發現 0.5%(w/v)的丁香及其主要抑菌成分丁香酚有防治甘藍立枯病的功效；而武藤(2001)測試 103 種藥用植物的萃取液後，發現蘿蔔種子及大黃的萃取液，均可有效降低萵苣褐斑病的發病率。農試所亦發現大風子酒精萃取液 200 倍稀釋液可抑制白菜炭疽病菌之孢子發芽率，亦可降低此病之發病率(謝等，2003)；以扛板歸酒精萃取液 250 倍稀釋液可抑制稻熱病菌胞子發芽及附著器的形成，並於田間初步試驗具有降低稻熱病發生的功效。另外，中興大學蔡東纂教授以天人菊根萃取液處理根瘤線蟲 24 小時後，可 100% 殺滅線蟲，種植天人菊或將天人菊植株混拌於土壤中，皆可大幅降低土壤線蟲族群密度。

植物油及礦物油防治作物病害的效果

國際上有許多植物病理學者利用植物或礦物油來防治作物病害，如橄欖油(olive oil)、菜籽油(rapeseed oil)、苦楝油、Stylet-Oil 可防治白粉病(Cheah, 1995；McGrath & Shishkoff, 2000; Pasini et al., 1997)；1%乳化礦物油可防治胡瓜白粉病，但過高的濃度則易引起藥害(Casulli, 2000)。土壤中添加 10%的辞椒／芥菜精油、70%丁香油乳劑可分別降低 99.9 和 97.5%的菊花萎凋病菌(*Fusarium oxysporum* f.sp. *chrysanthemi*)胞子數量，而 90%苦楝油乳劑則會增加病原菌族群數量。含洋香瓜萎凋病菌(*F. oxysporum* f. sp. *melonis*)病土先以 5%和 10%的辞椒／芥菜和丁香油乳劑處理一星期後，可顯著降低幼苗死亡率(Bowers and Locke, 2000)。施用的方式多半將油脂

以展著劑乳化後噴施於葉部或灌注於土壤中，而每週施用一次是最普遍的方式。

多年前農試所與夏威夷大學合作下，將一般食用的葵花油經過適當的乳化後，稀釋成 1000 倍溶液時可以降低番茄白粉病約 50%，使用稀釋倍數在 200-500 倍時可以降低病害至 10-20%(Ko *et al.*, 2003)。在田間實驗時，每週噴施一次時，對番茄、瓜類、枸杞等作物的白粉病均有良好的預防效果。此外，它對銹病、露菌病亦有相當的抑制功效，尤其在設施內施行預防性防治使用時，效果最佳。

葵花油稀釋液噴佈於植株上時，會在植物體表面形成一種薄膜，能阻隔病原菌胞子發芽與菌絲生長(Ko *et al.*, 2003)，且有減少植物水分散失的功效，但它不會影響植物的呼吸作用及光合作用。因此，食用油不但兼具病害防治與增強光合作用效能的雙重功效，而且對環境無毒無害，符合有機生產需求及環保概念，生產成本極低的一種實用性的防病技術。

結論

植物是天然的化工廠，每天都藉由光合作用及根部所吸收的養份，持續不斷地生產天然的化合物，取之不盡，用之不竭。應用植物萃取液具有抑制植物病原菌及可以誘導植物產生抗病性的現象，據以研發植物性農藥，是現今的熱門課題，世界各地的研究人員正積極進行相關研究。目前已有一種名爲 Milsana®的植物萃取液產品問世，它是虎杖(giant knotweed)的酒精萃取物，推薦於防治觀賞作物白粉病及灰黴病之用。該萃取液的防病原理爲誘導植物體產生系統性抗病的功效·此方面的研究空間相當大，目前較少研究，值得群策群力發展此一尙待開發的領域。未來在植物萃取液的研究上應著重萃取技術及複合製劑的研發，以提昇其防治病害的廣度與有效性。另外，政府相關部門應適當放寬對植物性農藥的使用與登記政策，以縮短產品開發與應用於田間的時程。

參考文獻

1. 何婉清、李惠玲、李智緯、吳宗諭、李興進. 2002. 抑菌植物材料的篩選. 植保會刊 44: 365.
2. 何婉清、吳宗諭. 2002. 影響扛板歸抑菌效果的因子. 植保會刊 44: 364-365.
3. 林宗俊. 2000. 丁香及其主成份防治甘藍苗立枯病的功效. 國立中興大學植物病理研究所碩士論文.
4. 武藤真知子. 2001. 蘿蔔種子粉水溶性抽出物防治萵苣褐斑病的功效. 國立中興大學植物病理研究所碩士論文.
5. 陳哲民. 1996. 植物油抑制植物病原真菌胞子發芽之效果. 花蓮區農業改良場研究彙報 12:71-90.
6. 黃振文. 1992。利用合成植物營養液管理蔬菜種苗病虫害. 病害非農藥防治技術研討會專刊 第221-232頁.
7. 黃晉興、謝廷芳、胡敏夫. 2003. 利用離葉接種法測定植物萃取液防治胡瓜白粉病. 植病會刊 12: 278. (摘要)
8. 謝廷芳、黃晉興、胡敏夫. 2003. 大風子抽出液防治白菜炭疽病的效果. 植病會刊 12: 278-279. (摘要)
9. 謝慶芳. 1999. 天然藥劑與病害控制. 興大農業30:14-17.
10. Alpana, V., Singh, R. B., and Verma, H. N. 1992. Prevention of soybean mosaic virus infection in *Glycine max* plants by plant extract. Bioved 3:225-228.
11. Amadioha, A. C. 2000. Controlling rice blast in vitro and in vivo with extracts of *Azadirachta indica*. Crop Prot. 19: 287-290.
12. Basha, S. A., Mishra, R. K., Jha, R. N., Pandey, V. B., and Singh, U. P. 2002 Effect of berberine and bicuculline isolated from *Corydalis chaerophylla* on spore germination of some fungi. Folia Microbiologica 47: 161-165.
13. Bharathi, M. 1999. Effect of plant extract and chemical inhibitors on cucumber mosaic virus of brinijal. J. Mycol. Plant Pathol. 29:

57-60.

14. Bowers, J. H., and Locke, J. C. 2000. Effect of botanical extracts on the population density of *Fusarium oxysporum* in soil and control of fusarium wilt in the greenhouse. Plant Dis. 84: 300-305.
15. Chandrasekaran, A., Narasimhan, V., and Rajappan, K. 2000. Integrated management of anthracnose and pod blight of soybean. Ann. Plant Prot. Sci. 8: 163-165.
16. Casulli, F., Santomauro, A., and Faretra, F. 2000. Natural compounds in the control of powdery mildew on Cucurbitaceae. Bulletin-OEPP 30: 209-212.
17. Cheah, L. H., and Cox, J. K. 1995. Screening of plant extracts for control of powdery mildew in squash. Pages 340-342 in: Proceedings of the 48th New Zealand Plant Protection Conference. 8-10 August, 1995. Hastings, New Zealand.
18. Coventry, E., and Allan, E. J. 2001. Microbiological and chemical analysis of neem (Azadirachta indica) extracts: new data on antimicrobial activity. Phytoparasitica 29: 441-450.
19. Daayf, F., Schmitt, A., and Bélanger R. R. 1995. The effects of plant extracts of Reynoutria sachalinensis on powdery mildew development and leaf physiology of long English cucumber. Plant Dis. 79: 577-580.
20. Foughtk, L., and Kuc, J. A. 1996. Lack of specificity in plant extracts and chemicals as inducers of systemic resistance in cucumber plants to anthracnose. J. Phytopathol. 144: 1-6.
21. Guevara, Y., Maselli, A., and Sanchez, M. C. 2000. Effect of plant extracts for the control on plant pathogenic bacteria. Manejo Integrado de Plagas 56: 38-44.
22. Herger, G., Harvey, I., Jenkins, T., and Alexander, R. 1989. Control of powdery mildew of grapes with plant extracts. Pages 178-181 *in*: Proceedings of the forty second New Zealand weed and pest control

conference, Taranki Country Lodge, New Plymouth, August 8-10, 1989.

23. Huang, J. W. 1992. Integrated management of vegetable seedling pests with a formulated plant nutrition. Plant Prot. Bull. 34: 54-63.
24. Huang, J. W. and W. C. Chung. 2003. Management of vegetable crop diseases with plant extracts. Pages 153-163. In: Advances in Plant Disease Management. H. C. Huang and S. N. Acharya, eds. Research Signpost, Kerala, India.
25. Ko, W. H., Wang, S. Y., Hsieh, T. F., and Ann, P. J. 2003. Effects of sunflower oil on tomato powdery mildew caused by Oidium neolycopersici. J. Phytopathol. 151: 144-148.
26. Konstantinidou-Doltsinis, S., and Schmitt, A. 1998. Impact of treatment with plant extracts from Reynoutria sachalinensis (F. Schmidt) Nakai on intensity of powdery mildew severity and yield in cucumber under high disease pressure. Crop Prot. 17: 649-656.
27. McGrath, M. T., and Shishkoff, N. 2000. Control of cucurbit powdery mildew with JMS Stylet-Oil. Plant Dis. 84: 989-993.
28. Paik, S. B., Kyung, S. H., Kim, J. J., and Oh, Y. S. 1996. Effect of a bioactive substance extracted from Rheum undulatum on control of cucumber powdery mildew. Korean J. Plant Pathol. 12: 85-90.
29. Pasini, C., D’Aquila, F, Curir, P, and Gullino, M. L. 1997. Effectiveness of antifungal compounds against rose powdery mildew (Sphaerotheca pannosa var. rosae) in glasshouses. Crop Prot. 16: 251-256.
30. Paul, P. K., and Sharma, P. D. 2002. Azadirachta indica leaf extract induces resistance in barley against leaf stripe disease. Physiol. Mol. Plant Pathol. 61: 3-13.
31. Pretorius, J. C., Craven, P., and van der Watt, E. 2002. In vivo control of Mycosphaerella pinodes on pea leaves by a crude bulb extract of Eucomis autumnalis. Ann. Appl. Biol. 141: 125-131.
32. Purnima, S., and Saxena, S. K. 1990. Effect of flower extract of

Lantana camara on development of fruit rot caused by Aspergillus niger in the presence of Drosophila busckii. Acta Bot. Indica 18: 101-103.

33. Raj, K., and Shukla, D. S. 1996. Evaluation of some innovatives vis-à-vis powdery mildew of opium poppy incited by Erysiphe polygoni. J. Living World 3: 12-17.

34. Ribnicky, D. M., Chet, I., Frisem, D., Poulev, A., Raskin, I., and Yedidya, I. 2001. Extracts of Gaultheria procumbens L. promote disease resistance in Cucumis sativus challenged with Pseudomonas syringae pv lachrymans. Plant Biology 2001 July 21-25, 2001 - Providence, Rhode Island, USA

35. Roth, U., Friebe, A., and Schnabl, H. 2000. Resistance induction in plants by a brassinosteroid-containing extract of Lychnis viscaria L. Zeitschrift fur Naturforschung. Section C, Biosciences 55: 552-559.

植物抽取液防治蟲害研究現況

余志儒

行政院農業委員會農業試驗所

摘要

利用植物抽出物防治害蟲的方式除了觸殺與胃毒之毒殺作用之外，行爲干擾是另一方式，因此稱此類植物爲抑蟲植物，其製成之藥劑爲植物抑蟲劑，意義上似乎較能涵蓋。全世界具抑蟲作用的植物不下一、二千種，至 20 世紀止，較深入探討的抑蟲植物在歐美約 40 餘種，中國大陸以菊科、茄科、杜鵑花科、衛茅科、楝科、瑞香科等植物較具基礎。其餘多爲對植物本體或其粗抽物之篩檢，如 Martin Jacobson 的『Glossary of plant-derived insect deterrents』，中國大陸的『中國土農藥誌』等，而且仍有許多研究人員持續在篩選測試。『殺蟲植物與植物性殺蟲劑』、『植物成份功能』二書則對抑蟲植物與植物抑蟲劑的種類與主成份有較詳盡的描述，有其參考價值。

關鍵詞：植物抽出物、植物油、害蟲防治、抑蟲植物、植物抑蟲劑。

前言

防治害蟲只是植物成份諸多功能中的一小部份，在合成化學農藥未問世之前，人類很早就知道利用天然物質來防治害蟲。天然物質包括植物、動物與礦物等材料，其中以植物的比重最重。中國是最早記錄使用殺蟲植物的國家，『周禮』中就有記載用芥草薰殺蠹蟲，明朝李時珍的『本草綱目』中的多種植物可用於殺蟲更是眾所週知，如巴豆、檳榔、川楝、百部、使君子、雷公藤等。但因為合成化學農藥的廣效、速效與強效，幾乎完全取代了此類天然物質。直到人們再度重視生態、環境的保護以及永續觀念的崛起，對於天然物質的應用才又得以發展。台灣地區由於一直較注重所謂的生物性農藥，植物性藥劑不像歐美國家或中國大陸的受重視，到近幾年才開始比較積極地研究。

目前抑蟲植物的篩選仍持續在進行，一般是先以植物體或其粗抽物進行簡單的測試。例如中國大陸於 1959 年出版的『中國土農藥誌』，列舉了數百種植物對環衛與農業害蟲、病的初步防治結果(中國土農藥誌編輯委員會，1959)。美國 Martin Jacobson (1990)整理千餘篇文獻出版了『Glossary of plant-derived insect deterrents』，簡單描述植物在農業與衛生之病害蟲的研究。此中提到的大部份是用植物鮮品搗汁或乾燥粉碎或簡單用水或醇類或醚類等溶劑的浸泡液進行篩選，認為有希望的植物種類再深入探就其主要成份與機制。除蟲菊、苦楝、魚藤、菸草等算是被比較有系統或深入研究的植物(Jacobsen, 1988; Pascual-Villalobos and Robledo, 1999)。另外也有直接取用植物精油(essential oil)、植物果實或種子油的研究。棉子油、蓖麻油、無患子油等較有歷史，1980 年代花生油、葵花油、菜油、玉米油等食用油已開始被探討(Rajapakse and van Emden, 1997; Shaaya *et al.*, 1997)，香茅油、柑桔油、樟腦油、大蒜油、辣椒油等植物精油也接著加入行列。農委會農業試驗所在 2002 年開始有一個跨組合作計畫，『天然植物保護製劑之研發、量產及應用』，著手大量篩選植物材料，除測試水、酒精粗抽出物之外，也測試一些蔬菜油、精油及其複方的效果。

雖然美國、英國、加拿大及中國大陸早已立法管制並核准多項植物性防蟲劑上市，但國內相關研究卻較少，本文以蒐錄整理國外及中國大陸的文獻書籍爲主，大致將主要抑蟲植物、抑蟲成份等的研究現況及未來展望作簡要摘述，謹供有志者參考。

主要抑蟲植物

植物防治害蟲的方式除了毒殺之外，尙有行爲干擾的另一種方式。因此，將此類植物稱爲殺蟲植物，或將其製成的藥劑稱爲植物性殺蟲劑，似乎有所缺漏。若改稱爲抑蟲植物及植物抑蟲劑則可能較爲妥善，但英文名稱待譯。毒殺又可分成觸殺與胃毒二種。前者如除蟲菊、菸草、魚藤等，後者如藜蘆、苦皮藤等。行爲干擾則包括取食、發育、交尾、產卵及棲息等行爲的干擾、忌避或抑制，如印楝、苦楝等。有些植物時同時具有毒殺與忌避作用，如衛茅科的苦皮藤的根皮粉及種子油、雷公藤的根皮等。植物的抑蟲機制主要在影響害蟲的感覺或中樞神經系統、生理生化功能，前者多爲毒殺作用，後者多是行爲的干擾。

全世界具有抑蟲作用的植物至少一、二千種，而且持續在從新的植物種類篩選與增列中。中國大陸於 1958 年行土農藥運動，而於次年出版『中國土農藥誌』，列舉了 403 種植物、2 種植物油、10 種礦物及 5 種動物對環衛與農業害蟲、病的初步防治結果(中國土農藥誌編輯委員會，1959)。美國 Martin Jacobson (1990)整理 1214 篇文獻出版了『Glossary of plant-derived insect deterrents』，簡單描述 15 科 1500 種植物在農業、衛生害蟲、菌、病毒等的研究。近期如 Pascual-Villalobos and Robledo (1999) 篩檢採自西班牙東南部 21 科 57 種植物抽出物對積穀害蟲的防蟲活性。Boeke *et al.* (2004) 探討 33 種非洲傳統抑蟲植物對豆類儲藏害蟲(*Callosobruchus maculatus*)的毒性與忌避性。本所近三年來也陸續篩檢了近百種植物粗抽出物的抑病、蟲效果。

譚仁祥等(2003)在其書中提及一些中國重要殺蟲植物，摘錄見表

一、茲略述其中幾科常被討論的抑蟲植物如下：

楝科(Meliaceae)：

全世界約有 52 屬 1400 種，至少有 44 種已被研究具有抑蟲作用，其中以印楝(*Azadirachta india*)、川楝(*Melia toosendan*)及苦楝(*M. azedarach*)研究較多。印楝主要的抑蟲物質有萜類、甾醇、類固醇及青春激素等，其中以三萜烯類的印楝素(azadirachitin)爲最具潛力(Lowery *et al.*, 1993)，除有拒食作用外，亦有調節昆蟲生長及忌產卵的作用，種子之油餅可做爲肥料並可同時防治白蟻(Martin Jacobson, 1990, p.70-71)。

菊科(Asteraceae)：

種類繁多，全世界約有 1000 屬 2500 種以上，約 160 種以上具殺蟲效果。其中以除蟲菊(*Chrysanthemum* spp.)最有名，從花可分離得除蟲菊素(pyrethrins)，對昆蟲具有觸殺與胃毒效果。目前多爲合成除蟲菊酯類之製品，爲求得天然的除蟲菊素，已開始研發用生物技術如組織培養、基因工程等方式生產(Kakko *et al.*, 2004; Sarin, 2004)。

衛茅科(Celastrceae)：

至少有 10 種本科植物被證實有抑蟲效果，其中以苦皮藤(*Celastrus angulatus* 及 *C. paniculatus*)與雷公藤(*Tripterygium wilfordii*)研究最多。前者有觸殺、胃毒及忌避作用，主要效果在取自根皮的苦皮素(celangulin Ⅰ～Ⅴ)，後者有胃毒與忌避作用，主要效果在雷公藤生物鹼。

百合科(Liliaceae)：

已約有 20 餘種本科植物被測試，但仍以古時後就被應用的藜蘆(*Veratrum formosanum*)效果較顯著。其根部抽出物的生物鹼爲主要抑蟲成份，包括原藜蘆鹼(protoveratrine)、藜蘆鹼(jervine)、僞藜蘆

鹼(pseufi-jervine)等。

苦木科(Simaroubaceae)：

已被研究的種類不多。臭椿(*Ailanthus altissia*)全株根、莖、葉、及果實皆含有苦木素(quassin or nigakilactone D)，具強殺蟲、菌效果，種子油亦含有抑蟲物質，但其丙酮抽出物無忌避效果。苦木樹(*Quassia amara*)木材與葉片的甲醇抽出物有拒食作用(Mancebo *et al.*, 2000)。

豆科(Leguminosae)：

豆科植物也是重要資源，已約有 200 種被測試。其中以魚藤(*Derris* spp.)、苦參(*Sophora flavescens*)較有名。前者有觸殺與胃毒作用，主要成份以取自根部的魚藤酮(rotenone)著稱，豆科植物的許多屬都可分離得魚藤酮，其中魚藤屬就有 80 多種植物。後者以苦參鹼(matrine)最重要，其根、莖、葉皆可萃取得。

茄科(Solanaceae)：

在 Martin Jacobson (1990) 書中就提及 56 種茄科植物被測試抑蟲效果。菸草(*Nicotiana tabacum*)有觸殺或忌避作用，主要成份是菸鹼(nicotine)。蕃茄(*Lycopersicon esculentum*)近年來有較多之研究，具有觸殺及胃毒作用，主要成份爲生物鹼(alkaloids)，其餘尚有黃酮化合物(flavonoids)、蕃茄素(tomatine)、酚類物質(Duffey and Isman, 1981; Elliger *et al.*, 1981)。

大戟科(Euphorbiaceae)：

約有 40 種已被測試於抑蟲作用。蓖麻(*Ricinus communis*)是研究最多的一種，主要抑蟲成份是種子中的蓖麻鹼(ricinine)(Holfeder *et al.*, 1998)。目前中國大陸已有合成類似物具有殺蟲效果。巴豆(*Croton tiglium*)是具有強烈瀉下作用的重要藥用植物，種子中亦含有蓖麻鹼，而巴豆甘油酯是主要抑蟲成份。

表一、中國重要殺蟲植物（摘錄自譚等，2003）

科名	中文種名	使用部位
豆科	小花棘豆、二色棘豆、魚藤、皂莢、苦豆子、紫穗槐、苦參、百脈根、補骨脂、紫藤	種子
菊科	艾蒿、天民精、蒼耳、蒿苣、除蟲菊、蒼朮、香千菊、田菊、豬毛蒿、熊爾草	全草
衛茅科	苦皮藤、南蛇藤、衛茅、雷公藤	全草
大戟科	大戟、澤漆、蓖麻、油桐、巴豆、烏桕	果或根莖
楝科	川楝、苦楝、印楝、香椿、鷓鴣花、米仔蘭	果
防己科	木防己	根莖
罌粟科	博落回、白屈菜	全草
茄科	曼陀羅、天仙子、菸草、蕃茄、龍葵、三分三、樟柳、顛茄	根莖
瑞香科	了哥王、芫花、狼毒	全草
毛莨科	腺毛翠雀、白頭翁、毛莨、飛燕草、鐵棒錘	全草
天南星科	半夏、獨角蓮、菖蒲、犁頭尖、天南星	塊莖
馬鞭草科	馬鞭草、黃荊	全草
百合科	藜蘆、黑蒜藜蘆、石刁柏	全草
蓼科	辣蓼、羊蹄	全草
芸香科	日本常山、八角黃皮、芸香、花椒、蕃椒子、吳茱萸	全株或果
唇形科	毛羅勒、石蠶、灰狀黃芩、葡萄筋骨草、日本筋骨草、半支蓮 九味一枝蒿	全草

杜鵑花科	毛杜鵑、黃杜鵑	全株
苦木科	臭椿、苦木樹	皮、葉
百部科	百部	根
胡椒科	胡椒	果
桑科	啤酒花	葉
肉豆蔻科	肉豆蔻	種子
十字花科	油菜、芥菜	根
藜科	土荊芥	葉

主要抑蟲植物成份

植物用來防治害蟲的途徑主要有三種：一、直接利用植物體，如燃煙燻除、乾燥再磨細撒佈等是。二、抽取成份，可能為粗抽物或精取其有效成份加以利用。三、以植物的有效成份為先導物，再進一步激化或合成而應用。由於科技的精進與累積，許多種植物的主要抑蟲成份已被相當程度的瞭解。事實上地球的植物種類有經化學成分研究的約佔一成上下，較為深入探討的並不多，仍有豐富的資源待開發。至 20 世紀為止，在西半球以除蟲菊、魚藤、菸草、沙巴達子(sabadalla)、苦木等(Jacobsen, 1988)為主，超過 40 種植物(Nicholson, 1995)研究較為深入。中國大陸則自 80 年代以來積極研發，目前對菊科、茄科、杜鵑花科、衛茅科、楝科、瑞香科等多種植物已有可觀之基礎(譚等，2003)。

植物所含可抑蟲的活性成份類別很多，如生物鹼、毒蛋白、有機酸、單寧、樹脂、酯類、酚類、糖類、精油等。一種植物可能含有多類活性成份，而在植物體內的分佈也因種類有異。如除蟲菊酯主要在花中，菸鹼主要在葉片中，檳榔、巴豆、使君子等的主要成份在種子中，百部與魚藤則主要分佈在根部。譚仁祥等(2003)依化學結構作歸類，本文僅就其中生物鹼、萜類、黃酮類及精油類等部份類群作以下

摘述。

生物鹼(alkaloids)是植物次級代謝物，含負氧化態原子的環狀化合物，爲植物成份中較多的一類，也是抑蟲植物較多被應用的成份。

萜類(terpenes)是由異戊二烯($(C_5H_8)_2$)構成之鏈狀或環狀聚合體，有單萜、倍半萜、二萜、三萜等類群。單萜類如除蟲菊素的 6 個結構相似的除蟲菊酯(pyrethrin) I 、II ，瓜菊酯(cinerin) I 、II ，茉酮菊酯(jasmolin) I 、II 。倍半萜是萜類中的重要份子，苦皮藤素(celangulin) II 、III 及 Adekenov (1995)自多種菊科植物體中分離得 14 種具有抑蟲作用的倍半萜及其類似物等是。二萜化合物許多對昆蟲的取食與發育具叉抑制作用，如黃杜鵑(*Rhodoemdron molle*)花與嫩葉分離得的多種二萜成份。楝科植物的種核、葉片或根皮分離得的川楝素(toosendanin)是一類具有胃毒與拒食的三萜化合物。

黃酮(flavonoids)多呈黃色或淡黃色，在植物的生長、開花、結果及抵禦異物的外侵上扮演重要角色，近年又因有醫藥保健作用更廣受注意。魚藤酮即爲最具代表性的黃酮化合物，豆科植物的許多屬都可分離得魚藤酮。蕃茄的黃酮化合物亦相當有潛力，例如 rutin 的抑蟲作用(徐與管，1993)。

精油(essential oil)是從植物體分離得具有香氣的物質，植物體可以是根、莖、葉、花、果、種子或其分泌物。精油通常具有在常溫下呈液態油狀、易揮發、有特殊香味、折光率較高、鮮少溶於水但可溶於有機溶劑等性質。美國早在 1947 年就已有蓖麻油、香茅油等商品化的植物性防蟲劑，1985 年苦楝油也上市。許多研究者也持續在開發可資利用的植物精油，如 Roger *et al.* (1993)曾測試 22 種植物精油的抑蟲效果等。植物精油有時對昆蟲有誘集效果，如當歸(*Angelica sinensis*)根與種子的精油對地中海果實蠅(*Ceratitis capitata*)的誘引極有效，甲基丁香油即是依其有效成份的再研發應用。另外，食用油也有抑蟲效果，如花生油、油菜油、葵花油對倉儲害蟲(*Sitophilus granarius*)有毒性(Tembo and Murfitt, 1995)。玉米油對昆蟲的發育、產卵與壽命有影響(Rajapakse and Van Emden, 1997)。大豆油、棉子油、米糠油、棕櫚仁油可抑制儲穀害蟲的族群發展(Shaaya *et al.*,

1997)等。本所測試無患子油對福壽螺之防治效果，並研製成粒劑，已獲核准國內專利。

未來展望

植物抽出物應用於害蟲防治的優點，與合成化學殺蟲劑相較，有(1)無殘毒問題，其有效成份為自然產物，在自然界中會自然分解。(2)不易產生抗藥性，一種植物可能同時具有數種殺蟲機制。(3)對人畜較安全等。但相對的也有缺點，如(1)穩定性低，活性成份較易分解，保存期較短。(2)組成份複雜，且因生長地區及採收季節而影響效果。(3)影響植物相，因為有可能為了種植抑蟲植物而取代其他在地植物。既然人類為了生態的永續發展而採用植物抽出物來防治害蟲，是取其優點來減少合成化學農藥的使用，當然也必須面對其缺點。無可避免的要接受它的穩定性低與成份複雜等問題，否則可能又要重蹈合成化學農藥的覆轍。尤其對於植物相的影響更應極力避免，因為植物相的失衡絕非永續經營所樂見。

另外，WHO 界定，任何活的或死的材料凡欲以防治有害生物為目的者，與合成化學物質相同皆應測試其安全性與有效性(Ray, 1991)，無疑對植物性藥劑的發展形成障礙。但美國已依法自 1993 年起對天然植物及植物抽出物進行再評估，並在 1996 年公告 31 種天然資材為豁免登記主成份(或稱不列管成份)，對研究人員對發展植物性農藥很有鼓舞作用。反觀國內，仍在強調需要化學定性、品管以及註冊登記的困難與費時，自是裹足不前。這方面要迎頭趕上，除需要多領域的研究人員從開發到登記的合作之外，配套法制的建立也是重要的一環。

參考文獻

1. 中國土農藥誌編輯委員會。1959。中國土農藥誌。科學出版社，北京，中國。
2. 徐美娟、管致和。1993。番茄植株中黃酮類對菜青蟲(*Pieris rapae* L.)的活性組分及其對截形葉蟎(Tetranychus truncates Ehara)

的毒效。北京農業大學學報 19(2)：55-60。
3. 徐漢虹。2001。殺蟲植物與植物殺蟲劑。中國農業出版社，北京，中國。
4. 譚仁祥、王劍文、徐琛、崔桂友。2003。植物拒食劑、殺蟲劑，84-127頁。於：植物成份功能。科學出版社，北京，中國。
5. Adekenov, S. M. 1995. Sesquiterpene lactones from plants of the family Asteraceae in the Kazakhstan flora and their biological activity. Chem. Nat. Compounds 31: 21-25.
6. Boeke, S. j., I. R. Baumgart, J. J. A. van Loon, A. van Huis, M. Dicke, andD. K. Kossou. 2004. Toxicity and repellence of African plants traditionally used for the protection of stored cowpea against *Callosobruchus maculates*. J. Stor. Prod. Res. 40: 423-438.
7. Duffey, S. S., and M. B. Isman, 1981. Inhibition of insect larval growth by phenolics in glandular trichomes of tomato leaves. Experientia 37: 574.
8. Elliger, G. A., Y. Wong, B. G. Chan, and A. C. Jr. Waiss. 1981. Growth inhibitors in tomato (Lycopersion) to tomato fruitworm, Manduca sexta. Entomol. Exp. Appl. 45: 123
9. Godkar, P. B., R. K. Gordon, A. Ravindran, and B. P. Doctor. 2004. Celastrus paniculatus seed water soluble extracts protect against glutamate toxicity in neuronal cultures from rat forebrain. J. Ethnopharmacol. 93: 213-219.
10. Holfeder,M. G. A. H., M. Steck, E. Komor, and K. Seifert. 1998. Ricinine in phloem sap of Ricinus communis. Phytochemistry 47: 1461-1463.
11. Isman, M. B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Protection 19: 603-608.
12. Jacobsen, M. 1988. Botanical pesticides past, present and future. In: Amason, J. T., B. J. R. Philogene, and P. Morand. eds. Insecticides of plant origin. Am. Chem. Soc. Series. 387: 1-10.
13. Kakko, I. T. Toimela, and H. Tahti. 2004. The toxicity of pyrethroid compounds in neural cell cultures studied with total ATP,

mitochondrial enzyme activity and microscopic photographing. Environ. Toxicol. & Pharmacol. 15: 95-102.

14. Lowery, D. T., M. B. Isman, and N. L. Brard. 1993. Laboratory and field evaluation of neem for the control of aphids (Homoptera: Aphididae). J. Econ. Entomol. 86: 864-870.
15. Mancebo, F., L. Hilje, A. Mora, and R. Salazar. 2000. Antifeedant activity of Quassia amara (Simaroubaceae) extracts on Hypsipyla grandella (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. Crop Prot. 19: 301-305.
16. Nicholson, S. S. 1995. Review article toxicity of insecticides and skin care products of botanical origin. Verterinary Dermatol. 6: 139-143.
17. Pascual-Villalobos M. J., and A. Robledo. 1999. Anti-insect activity of plant extracts from the wild flora in southeastern Spain. Biochem. Sys. & Ecol. 27: 1-10.
18. Rajapakse, R., and H. F. van Emden. 1997. Potentioal of four vegetable oils and ten botanical powders for reducing infestation of cowpeas by Callosobruchus maculates, C. chinesis and C. rhodesianus. J. Stored. Prod. Res. 33: 59-68.
19. Ray, D. E. 1991. Insecticides of plant origin. pp. 585-636. In: Hayes, W. J., Jr., and E. R. Laws, Jr. eds. Handbook of pesticides. New York, Academic Press.
20. Sarin, R. 2004. Insecticidal activity of callus culture of Tagetes erecta. Fitoterapia 75: 62-64.
21. Shaaya, E., M. Kostjukovski. J. Eilberg, and C. Sukprakarn. 1997. Plant oils fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. J. Stored. Prod. Res. 33: 7-15.
22. Tembo, E., and R. F. Murfitt. 1995. Effect of combining vegetable oil with pirimiphos-methyl for protection of stored wheat against Sitophilus granaries (L.). J. Stored Prod. Res. 31: 77-81.

國家圖書館預行編目資料

優質安全農產品生產策略研討會專刊/戴振耀、林俊義、蔡武雄、廖慶樑主編
初版－臺中縣霧峰鄉：行政院農業委員會農業試驗所、中華永續農業協會
2004【民 93】
面：19x26 公分

ISBN 957-01-9849-4（平裝）

1. 農產品-生產-論文，講詞等
434.07 93024173

優質安全農產品生產策略研討會專刊

發行人：戴振耀
出版者：行政院農業委員會農業試驗所、中華永續農業協會
主　編：戴振耀、林俊義、蔡武雄、廖慶樑
執行編輯：簡宣裕、張明暉
地址：臺中縣霧峰鄉 41301 中正路 189 號
電話：04-23302301
網址：http：//www.tari.gov.tw
承印者：正豐藝術印刷股份有限公司
地址：臺中市復興路 2 段 71 巷 68 號　電話：04-22611867
出版年月：2004 年 12 月
版次：初版
售價：非賣品

ISBN： 957-01-9849-4

版權所有　翻印必究

895
RESEARCH